T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI | ORTAÖĞRETİM | DERS KİTABI

BİYOLOJİ

10. Sınıf

ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

10. Sınıf

Ders Kitabı

Yazarlar

Cihade KUŞOĞLU

Emine ERCAN

Filiz ÇUKUROVA

Hacer PEKEL

Mari DİKER

DEVLET KİTAPLARI

Kitabın Basıldığı Matbaa Adı, 2025

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 10140
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ..... : 2173

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

Editör
Dr. Mustafa TOPU
Dr. Seda ERCAN AKKAYA

Dil Uzmanı
Gül BÜYÜMEZ

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Hüseyin BÜYÜKBİÇER

Program Geliştirme Uzmanı
Dr. Ayşe Gül ÖZBİLEN

Rehberlik Uzmanı
Ebru KESKİN BAYKARA

Görsel Tasarımcı
Mehtap KEÇELİ

Çoklu Ortam Tasarımcısı
Dr. Derya SUNGUR
Canan KOCAER YAMAK
Deniz IŞIK GÜRSOY
Müge ÖZGÜ
Özbay SARIÇAM
Sibel ŞENGÜL
Ferhat ÇEVİK

Baskı
Baskı Matbaanın Adı ve
Ticaret Ünvanı
Tel: (0000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-8917-2

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 23.05.2025 tarih ve 133076829 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilmiştir.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

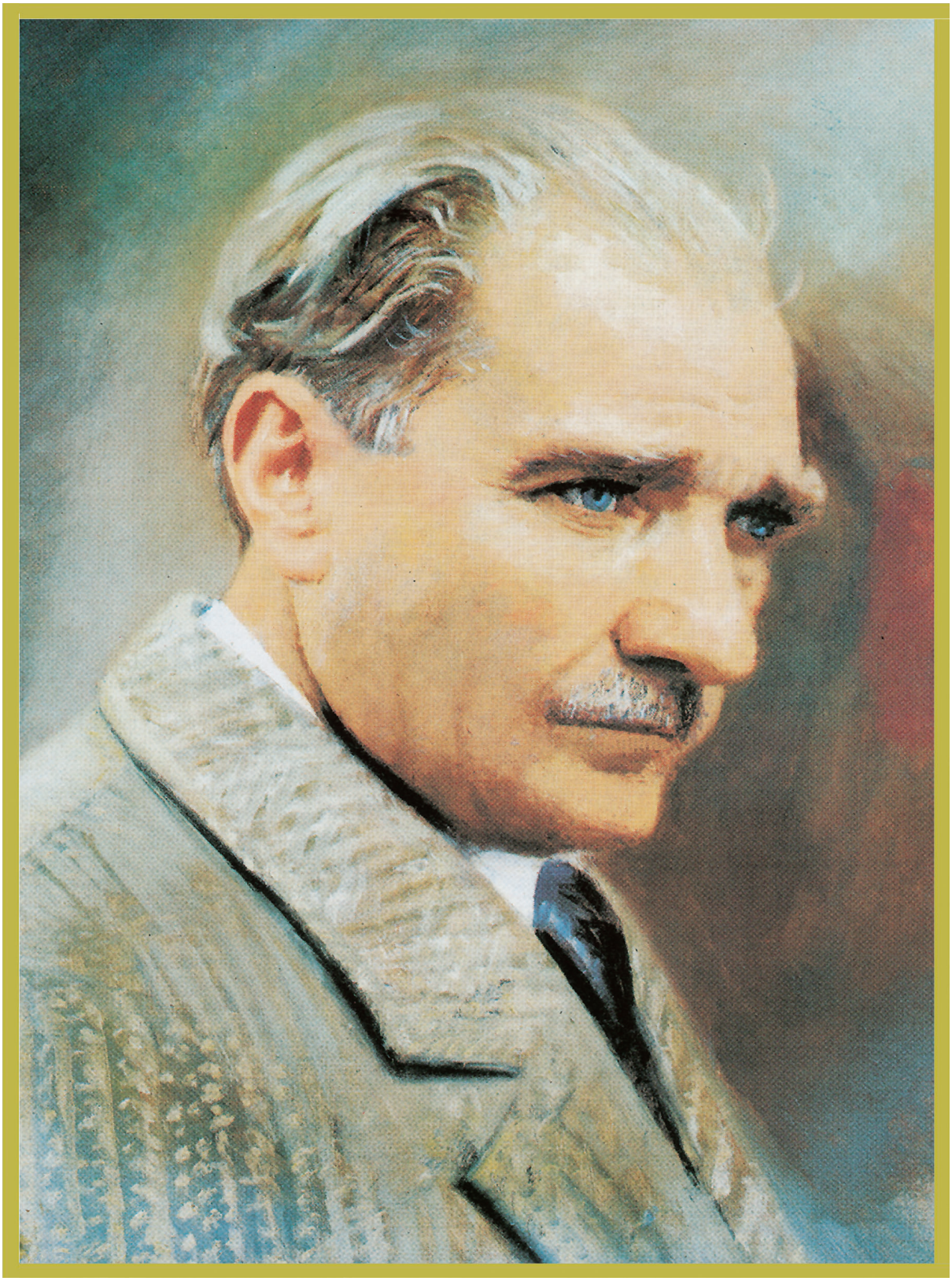
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İlgili içeriklere kitabın dijital kopyalarında "İçindekiler" bölümündeki başlıklara, iç sayfalarda da tema isimleri üzerine tıklayarak ulaşabilirsiniz.

İçindekiler

Güvenlik Sembolleri 10

Kitabın Tanıtımı 11

1. Tema ENERJİ 14

Güneşten Besinlere 16

1.1. Canlılık İçin Enerjinin Önemi 16

Enerjinin Önemi 18

ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımındaki Rolü 18

1.2. Işık Enerjisi Kullanılarak Besin Sentezi (Fotosentez) 21

Fotosentez 23

Pigmentler 24

Işığa Bağlı Evre 25

Işıktan Bağımsız Evre (Calvin Döngüsü) 26

Fotosentez Hızına Etki Eden Çevresel Faktörler 28

Işık Şiddeti 28

Işığın Dalga Boyu 28

Karbondioksit Miktarı (CO_2 Yoğunluğu) 29

Sıcaklık 30

Su Miktarı 30

Ortamın pH Değeri 30

1.3. Fotosentezde Kullanılan ve Üretilen Maddeler 32

1.4. Işık Enerjisi Kullanılmadan Besin Sentezi (Kemosentez) 37

Kemosentez 39

Besinlerden Enerjiye 40

1.5. Sindirim 40

Sindirim 44

Canlılarda Sindirim Yapıları 45

Diş Adaptasyonları 45

Mide ve Bağırsak Adaptasyonları 46

1.6. İnsanda Sindirim 48

İnsanda Sindirim 50

İnsanda Emilim ve Taşınma 53

Besinlerden Enerji Elde Etme Yolları 55

1.7. Hücresel Solunum 57

Hücresel Solunum 58

Oksijenli Solunum 59
Glikoliz 59
Krebs (Sitrik Asit) Döngüsü 60
ETS Evresi 61
1.8. Besinlerin Solunuma Katılma Yolları 63
Besinlerin Oksijenli Solunuma Katılma Yolları 65
1.9. Fermantasyon 67
Fermantasyon 69
Etil Alkol Fermantasyonu 69
Laktik Asit Fermantasyonu 70
1.10. Enerji-Metabolizma İlişkisi 71
Besinlerden Elde Edilen Enerjinin Canlının Metabolik Süreçlerine Katkısı 73
Farklı Besin Gruplarının Enerji Değerleri 74
1. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları 76

2. Tema EKOLOJİ **98**

Ekosistemler 100
2.1. Ekosistemin Bileşenleri 100
Ekosistemin Bileşenleri 102
Ekosistemin Cansız Bileşenleri 102
Ekosistemin Canlı Bileşenleri 105
2.2. Komünitelerde ve Popülasyonlarda Görülen Etkileşimler ve Değişimler 107
Komünite 111
Komünitede Tür İçi ve Türler Arası Etkileşimler 112
Rekabet 112
Av-Avcı İlişkisi 113
Simbiyotik İlişkiler 114
Komünitelerde Süksesyon 117
Popülasyon Dinamikleri 119
Popülasyon 119
2.3. Ekosistemdeki Madde ve Enerji Akışı 123
Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı 128
Besin Zinciri 129
Besin Ağı 129
Ekolojik Piramitler 130
Besin Piramidi 130
Enerji Piramidi 130
Biyolojik Birikim ve Etkileri 131

2.4. Madde Döngüleri 132
Madde Döngüleri 135
Su Döngüsü 135
Karbon Döngüsü 136
Azot Döngüsü 137
Ekolojik Sürdürülebilirlik 139
2.5. Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi 139
Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi 141
2.6. Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan Durumlar 143
Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan Durumlar 146
Habitat Kaybı/Parçalanması 146
Kirlilik ve Çevre Sorunları 147
Hava Kirliliği 147
Ozon Tabakasının İncelmesi 148
Asit Yağmurları 148
Su Kirliliği 149
Toprak Kirliliği 149
Radyoaktif Kirlilik 150
Küresel İklim Değişikliği 150
Erozyon 151
Orman Yangınları 152
Biyoçeşitlilik Kaybı 153
Ekolojik Sürdürülebilirliğin Sağlanması 153
2.7. Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi 155
Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi 158
2.8. Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması 160
Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması 163
2.9. Atık Yönetimi 168
Atık Yönetimi 171
2. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları 175
Sözlük 193
Kaynakça 195
1 ve 2. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları Cevap Anahtarı 196
Görsel Kaynakça, Genel Ağ ve E-İçerik Kaynakçaları 196
Türkiye'nin Mülki İdare Bölümleri ile Kara ve Deniz Komşuları Haritası 197
Türk Dünyası Haritası 198

Güvenlik Sembolleri

Laboratuvar uygulamalarında oluşabilecek tehlikelere karşı kişileri uyarmak için güvenlik sembolleri kullanılmaktadır. Laboratuvar uygulamalarınızda bu güvenlik sembollerini deney çalışmalarından önce panoya asmanız önerilir. Bu semboller aşağıda açıklanmıştır.

KORUYUCU KIYAFET

Çalışma sırasında kullanılan malzemeler kıyafetlere zarar verebileceğinden koruyucu giysi kullanılmalıdır.

KORUYUCU GÖZLÜK

Koruyucu gözlük ve maske kullanılarak yüz ve gözler tehlikelere karşı korunmalıdır.

ELDİVEN GİY

Yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzey veya ısıtıcı kullanılması durumunda ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.

MASKE KULLAN

Yapılacak işlemde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılmalıdır.

KIRILABİLİR MALZEME UYARISI

Cam malzemeler kırılarak size ve çevrenize zarar verebilir. Bu malzemeler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.

ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK)

Doğaya atıldıklarında uzun süre bozulmadan kalabilen, çevre kirliliğine sebep olan maddelerdir. Bu maddeler çöpe atılmamalı veya lavaboya dökülmemelidir.

ZARARLI VEYA TAHRİŞ EDİCİ

Alerjik deri reaksiyonlarına neden olur. Ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temasından kaçınılmalıdır.

OKSİTLEYİCİ MADDE

Kendileri yanıcı olmadıkları hâlde oksijen salgılayarak diğer maddelerin yanmasını sağlayan veya çabuklaştıran maddelerdir.

KESİCİ CİSİMLER

Deney sırasında kesme ve delme tehlikesi olan kesici cisimler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.

AÇIK ALEV UYARISI

Yangına veya patlamaya sebep olabilecek alev oluşabilir. Bu malzemeler kullanılırken dikkatli olunmalıdır.

PATLAMA TEHLİKESİ

Bu sembol, kimyasal madde yanlış kullanıldığında patlama meydana gelebileceğini gösterir.

BİYOLOJİK TEHLİKE

Bakteri, mantar, bitki, hayvan gibi canlıların neden olabileceği tehlikeli durumlara karşı tedbir alınmalıdır.

AŞINDIRICI MADDE

Metalleri ve canlı dokuları aşındırabileceğinden canlı dokuları ve araç gereçleri korumak için önlemler alınmalıdır.

ELEKTRİK TEHLİKESİ

Elektrikli aletler kullanılırken dikkat edilmeli, iletken kısımlara dokunulmamalıdır.

ZEHİRLİ MADDE

Zehirleyici maddeler kullanılırken dikkatli olunmalı ve gereken tedbirler alınmalıdır.

RADYOAKTİF TEHLİKE

Uyarının bulunduğu alanda radyoaktif madde olduğunu bildirir. Bu alanlara girmek insan sağlığı için tehlikelidir. Yetkisiz ve ekipmansız birinin girmesi yasaktır.

Kitabın Tanıtımı

Kitap temalardan oluşmaktadır. Her temanın başında "Tema Kapak Sayfası" yer almaktadır.

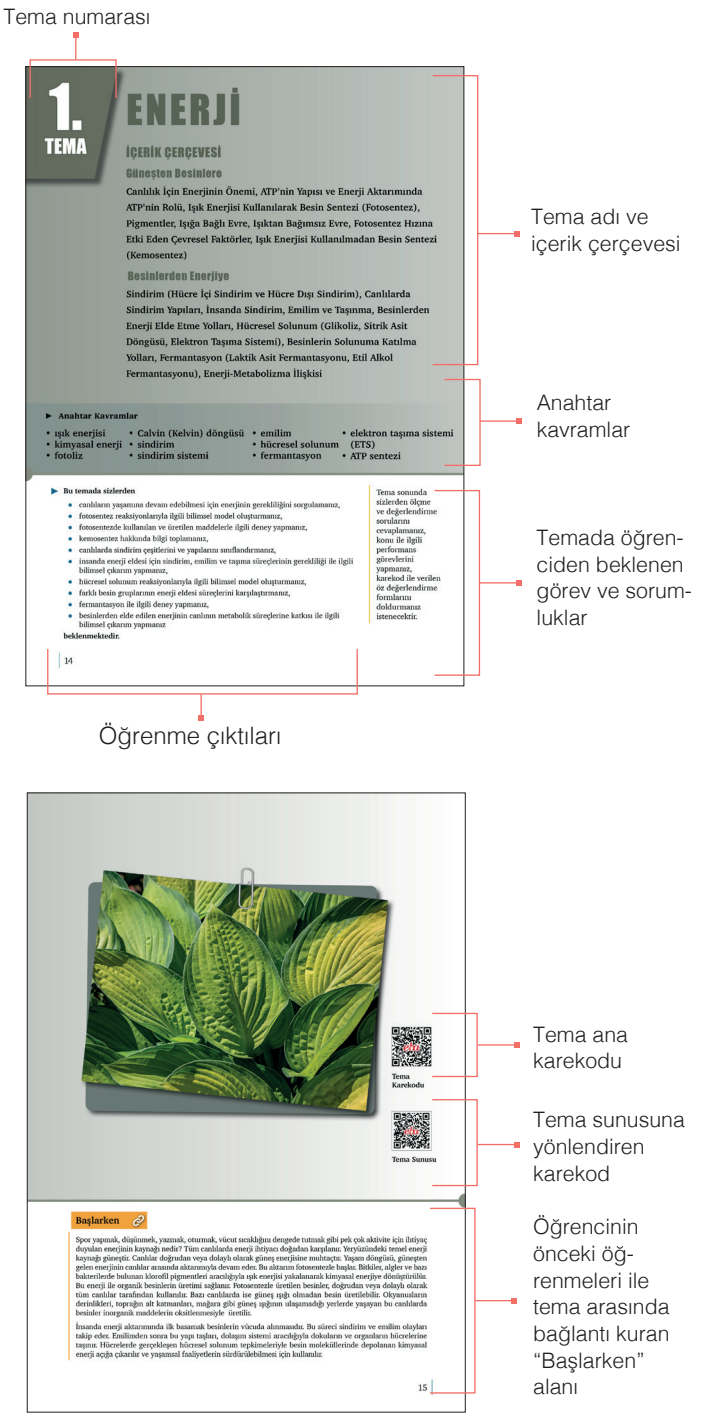
Tema kapaklarında tema adı, tema alt başlıkları, öğrenilecek kavramlar, öğrenciden beklenen öğrenme çıktıları, tema sonunda öğrenciden yapması beklenen görev ya da sorumluluklar hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca tema ile ilgili olarak hazırlanan sunum ve diğer e-içeriklere ulaşmak amacıyla tema kapağına karekodlar yerleştirilmiştir.

Kitap genelinde kullanılan tüm karekodlar akıllı cihazlarla okutularak ya da kitabın dijital kopyalarında karekod üzerine tıklanarak kitaba ait e-içeriklere ulaşılabilmektedir.

SEMBOLLERİN AÇIKLAMASI

- *"Başlarken" alanı*
- *"Konuya Başlarken" alanı*
- *"Kontrol Noktası" alanı*
- *Çalışmanın bittiği yer*
- *Etkinliğin başladığı yer*
- *Etkinliğin bittiği yer*
- *Bireysel etkinlik*
- *Grup etkinliği*
- *Rehberli etkinlik*
- *Etkinliğin süresi*
- *Sonraki sayfada devam eden çalışma*
- *Önceki sayfadan devam eden çalışma*
- *Ders öncesi hazırlık gerektiren çalışma*

(*) Kitap genelinde bu işaretin bulunduğu metinler, o metnin yazıldığı dönemin yazım ve noktalama kurallarına sadık kalınarak alınmış ya da kısaltılmıştır. Kısaltmalar (…) şeklinde gösterilmiştir ve alıntı metinler üzerinde günümüz yazım ve noktalama kurallarına göre değişiklik yapılmamıştır.



Desimal sistemle gösterilen çıktı başlığı

Derse hazırlık ve ön değerlendirme yapılan "Konuya Başlarken" alanı

"Konuya Başlarken" alanı ile bağlantı kuran bölüm, satır başlangıcında büyük punto harflerle dikkat çekici hâle getirilmiştir.

2. Tema / EKOLOJİ

2.3 EKOSİSTEMDEKİ MADDE VE ENERJİ AKIŞI

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Dünya üzerinde çok çeşitli alanlara dağılmış canlılar birbirleri ve cansız çevre ile etkileşim hâlindedir. Canlı ve cansız varlıklardan oluşan, karşılıklı ilişki ve etkileşim hâlinde olan ekosistemler; yapı, işlev ve bütünlük bakımından sayılamayacak kadar çeşitlilik göstermektedir. Küçücük bir akvaryumdan okulunuzun bahçesine; doğal su birikintisinden göllere, okyanuslara ve yakınınızda bulunan bir parktaki bitki topluluğundan uçsuz bucaksız ormanlara kadar çok çeşitli ekosistemler dünyanın her yerine dağılmış durumdadır.

Ekosistem örneği

Dünya üzerinde birbirleri ve cansız varlıklarla iletişim ve etkileşim hâlinde olan her canlı yaşadığı alanda kendine özgü bir işleve sahiptir. Canlıların varlıklarını sürdürebilmeleri için yaşam alanlarında sürekli ve düzenli ilişkiler sağlayacak şekilde bir arada olmaları gerekir.

1. Yaşadığınız bölgede ekolojik anlamda ilgi çekici noktalar (park, arboretum, botanik bahçesi, orman, deniz, göl, nehir gibi) var mı? Bu tür yerlerle ilgili gözlemleriniz nelerdir?
2. Canlıların çevreyle etkileşimleri neden önemlidir? Bu konudaki görüşlerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Ekosistemdeki enerji akışı, beslenme yoluyla bir organizmadan diğerine enerji aktarımı şeklindedir. Aktarılan enerji, kimyasal enerji formundadır. "Enerji" temasında öğrendiğiniz üzere enerji, çeşitli formlarda bulunur ve canlılarda bir formdan başka bir forma dönüştürülür. Doğadaki tüm enerji ilişkileri, genel iki fizik yasası olan termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarıyla açıklanır.

Termodinamik; ısı, sıcaklık ve enerjiyi konu alan madde dönüşümlerinin incelenmesi olarak adlandırılabilir. **Termodinamiğin birinci yasası**, doğadaki mevcut enerji yasasının değişmezliği ile ilgilidir. Bu yasaya göre doğadaki enerji yoktan var edilemez ya da vardan yok edilemez. Ancak çeşitli yollarla bir şekilden ötekine aktarılabilir ve dönüştürülebilir. Örneğin bitkiler, enerji üreticisi değil güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren bir enerji dönüştürücüsüdür.

Termodinamiğin ikinci yasası, enerjinin niteliği ile ilgilidir. Ekosistemlerin canlı öğeleri arasında her enerji aktarımı ya da dönüşümü sırasında sistemdeki mevcut enerjinin bir kısmı, ısı enerjisine dönüşerek çevreye yayılır. Termodinamiğin ikinci yasasına göre enerjinin ekosistemlerdeki akışı sırasında enerji farklı şekillere dönüştükçe enerjinin iş yapmak için kullanılabilir bölümü giderek azalır.

123

1. Tema / ENERJİ

...n enerji kendi ürettikleri bazı canlılarda ise ...den sağlanır. Besinlerin içerisine enerji nasıl ...ından tüketilen besinler nasıl sentezlenmek... ...ı için gerekli olan enerjinin kaynağı güneştir ...canlılar için kullanılır hâle dönüşmesi fotosen...

Görsel 1.5 Güneş fotosentez için gerekli olan enerji kaynağıdır.

...ak karbondioksit, su gibi inorganik maddeler... ...ilerine **fotosentez** adı verilir. Mor kükürt bak... ...osentetik bakteriler; öglena, alg gibi protistler ...hariç) fotosentez yapan canlılardır. Organik ...sini ışıktan sağlayan bu canlılara **fototrotof**

...r kısmında enerji ihtiyacının karşılanması için ...fotosenteze ihtiyaç duyulur. Heterotrof canlı... ...) ya da diğer heterotroflardan karşılanır. Dola... ...de besin ve enerji akışının temelini oluşturan

...olan su ve mineraller bitkilerin kökleri aracılı... ...i CO_2 ihtiyacı ise atmosferden ya da oksijenli ...ettiği CO_2 kullanılarak karşılanır. Fotosentez ...osfere verilir.

...rtamlarda değil su ekosistemlerinde de ger... ...erde, göllerde ve akarsularda yaşayan algler ...amlarda fotosentez yaparak enerji ve organik ...netik organizmalar, su ekosistemlerinin enerji ...oluşturur.

23

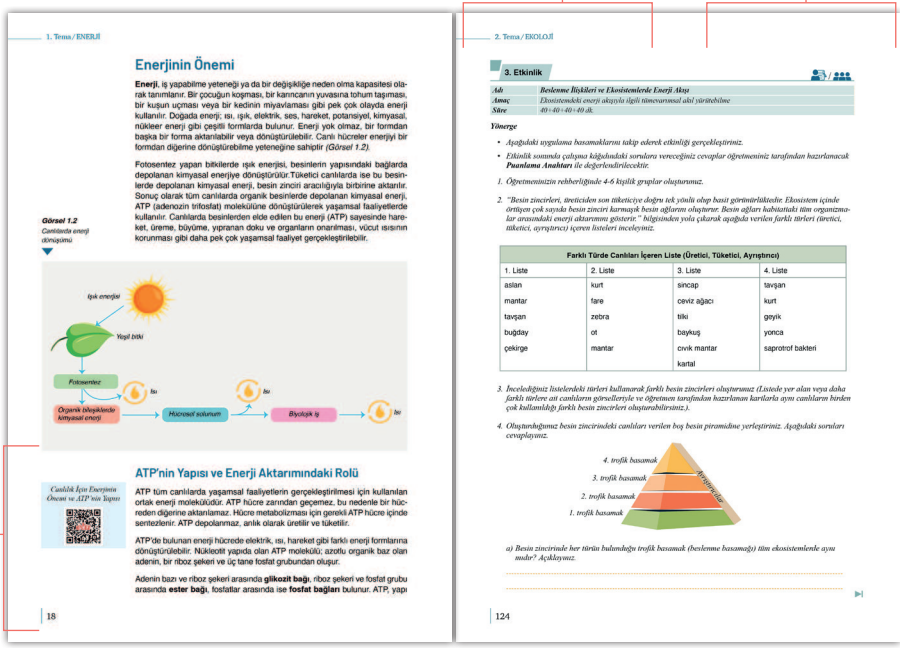
Ok uçları açıklamanın ait olduğu görseli göstermektedir.

Sayfaların dış kenarlarındaki boşluklar görsellerin yerleştirilmesi, görsel açıklamalarının yazılması ve öğrencilerin çalışma notlarını yazabilmeleri için tasarlanmıştır.

Derse özgü alan becerileri ile genel becerilerin işletilebileceği etkinlik sayfası

Öğrenci ve öğretmenin derse gelmeden önce yapması gereken hazırlıkları hatırlatan, etkinliğin bireysel ya da grup çalışması olduğunu gösteren sembol ve bilgilendirme alanı

Kitap genelinde kullanılan tüm karekodlar akıllı cihazlarla okutularak ya da kitabın dijital kopyalarında karekod üzerine tıklanarak e-içeriklere ulaşılabilmektedir.



1. Tema / ENERJİ

Enerjinin Önemi

Enerji, iş yapabilme yeteneği ya da bir değişikliğe neden olma kapasitesi olarak tanımlanır. Bir çocuğun koşması, bir kanncanın yuvasına tohum taşıması, bir kuşun uçması veya bir kedinin miyavlaması gibi pek çok olayda enerji kullanılır. Doğada enerji; ısı, ışık, elektrik, ses, hareket, potansiyel, kimyasal, nükleer enerji gibi çeşitli formlarda bulunur. Enerji yok olmaz, bir formdan başka bir forma aktarılabilir veya dönüştürülebilir. Canlı hücreler enerjiyi bir formdan diğerine dönüştürebilme yeteneğine sahiptir *(Görsel 1.2)*.

Fotosentez yapan bitkilerde ışık enerjisi, besinlerin yapısındaki bağlarda depolanan kimyasal enerjiye dönüştürülür. Tüketici canlılarda ise bu besinlerde depolanan kimyasal enerji, besin zinciri aracılığıyla birbirine aktarılır. Sonuç olarak tüm canlılarda organik besinlerde depolanan kimyasal enerji, ATP (adenozin trifosfat) molekülüne dönüştürülerek yaşamsal faaliyetlerde kullanılır. Canlılarda besinlerden elde edilen bu enerji (ATP) sayesinde hareket, üreme, büyüme, yıpranan doku ve organların onarılması, vücut ısısının korunması gibi daha pek çok yaşamsal faaliyet gerçekleştirilebilir.

Görsel 1.2 Canlılarda enerji dönüşümü

Canlılık İçin Enerjinin Önemi ve ATP'nin Yapısı

ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımındaki Rolü

ATP tüm canlılarda yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan ortak enerji molekülüdür. ATP hücre zarından geçemez, bu nedenle bir hücreden diğerine aktarılamaz. Hücre metabolizması için gerekli ATP hücre içinde sentezlenir. ATP depolanmaz, anlık olarak üretilir ve tüketilir.

ATP'de bulunan enerji hücrede elektrik, ısı, hareket gibi farklı enerji formlarına dönüştürülebilir. Nükleotit yapıda olan ATP molekülü; azotlu organik baz olan adenin, bir riboz şekeri ve üç tane fosfat grubundan oluşur.

Adenin bazı ve riboz şekeri arasında **glikozit bağı**, riboz şekeri ve fosfat grubu arasında **ester bağı**, fosfatlar arasında ise **fosfat bağları** bulunur. ATP, yapı

18

2. Tema / EKOLOJİ

3. Etkinlik

Adı	*Beslenme İlişkileri ve Ekosistemlerde Enerji Akışı*
Amaç	*Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme*
Süre	*40+40+40+40 dk*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda çalışma kâğıdındaki soruları vereceğiniz cevaplar öğretmeniniz tarafından hazırlanacak **Puanlama Anahtarı** ile değerlendirilecektir.*

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.

2. "Besin zincirleri, üreticiden son tüketiciye doğru tek yönlü olup basit görünürlüktedir. Ekosistem içinde örtüşen çok sayıda besin zinciri karmaşık besin ağlarını oluşturur. Besin ağları habitatlaki tüm organizmalar arasındaki enerji aktarımını gösterir." bilgisinden yola çıkarak aşağıda verilen farklı türleri (üretici, tüketici, ayrıştırıcı) içeren listeleri inceleyiniz.

Farklı Türde Canlıları İçeren Liste (Üretici, Tüketici, Ayrıştırıcı)			
1. Liste	2. Liste	3. Liste	4. Liste
aslan	kurt	sincap	tavşan
mantar	fare	ceviz ağacı	kurt
tavşan	zebra	tilki	geyik
buğday	ot	baykuş	yonca
çekirge	mantar	civik mantar	saprotrof bakteri
		kartal	

3. İncelediğiniz listelerdeki türleri kullanarak farklı besin zincirleri oluşturunuz (Listede yer alan veya daha farklı türlere ait canlıların görselleriyle ve öğretmen tarafından hazırlanan kartlarla aynı canlıların birden çok kullanılığı farklı besin zincirleri oluşturabilirsiniz.).

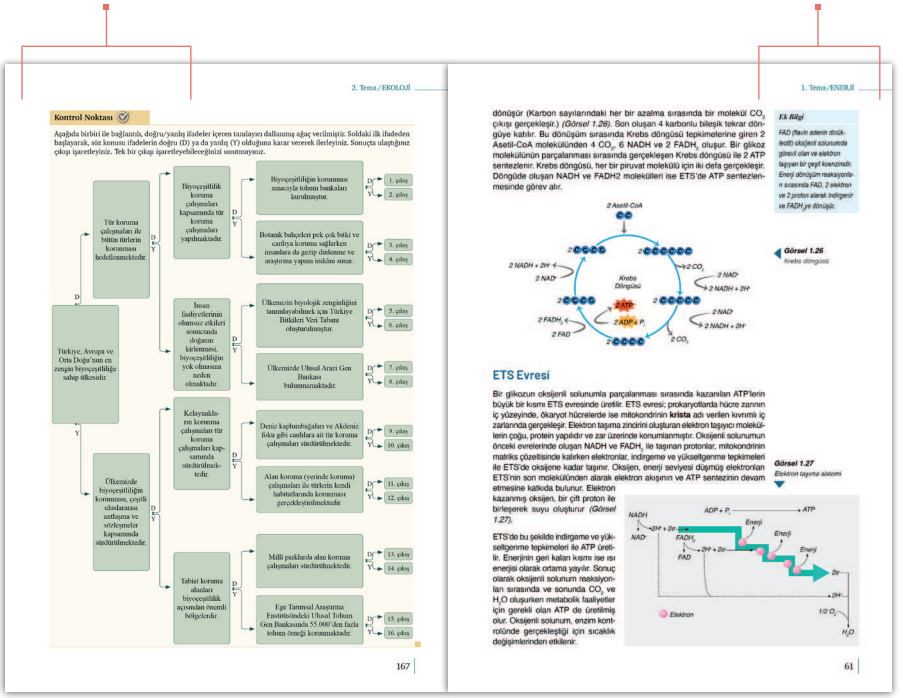
4. Oluşturduğunuz besin zincirindeki canlıları verilen boş besin piramidine yerleştiriniz. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Besin zincirinde her türün bulunduğu trofik basamak (beslenme basamağı) tüm ekosistemlerde aynı mıdır? Açıklayınız.

124

Çıktı sonlarında “Kontrol Noktası” adlı, öğrenilenleri pekiştirme amacıyla çalışma yapılabilecek alanlar ayrılmıştır.

Öğrencilere yol göstermek ve ihtiyaç duyulan yerlerde ek bilgiler vermek için önemli görülen kelime, kavram veya tanımların açıklandığı metin alanlarıdır.



2. Tema / EKOLOJİ

Kontrol Noktası

Aşağıda birbiri ile bağlantılı, doğru/yanlış ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç verilmiştir. Soldaki ilk ifadeden başlayarak, söz konusu ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğuna karar vererek ilerleyiniz. Sonuçta ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz. Tek bir çıkışı işaretleyebileceğinizi unutmayınız.

167

1. Tema / ENERJİ

dönüşür (Karbon sayılarındaki her bir azalma sırasında bir molekül CO_2 çıkışı gerçekleşir.) *(Görsel 1.26)*. Son oluşan 4 karbonlu bileşik tekrar dönüşüye katılır. Bu dönüşüm sırasında Krebs döngüsü tepkimelerine giren 2 Asetil-CoA molekülünden 4 CO_2, 6 NADH ve 2 $FADH_2$ oluşur. Bir glikoz molekülünün parçalanması sırasında gerçekleşen Krebs döngüsü ile 2 ATP sentezlenir. Krebs döngüsü, her bir piruvat molekülü için iki defa gerçekleşir. Döngüde oluşan NADH ve FADH2 molekülleri ise ETS'de ATP sentezlenmesinde görev alır.

FAD Bilgi

FAD (flavin adenin dinükleotit) oksijenli solunumda görevli olan ve elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. Enerji dönüşüm reaksiyonlarının sırasında FAD, 2 elektron ve 2 proton alarak indirgenir ve $FADH_2$'ye dönüşür.

Görsel 1.26
Krebs döngüsü

ETS Evresi

Bir glikozun oksijenli solunumla parçalanması sırasında kazanılan ATP'lerin büyük bir kısmı ETS evresinde üretilir. ETS evresi; prokaryotlarda hücre zarının iç yüzeyinde, ökaryot hücrelerde ise mitokondrinin **krista** adı verilen kıvrımlı iç zarlarında gerçekleşir. Elektron taşıma zincirini oluşturan elektron taşıyıcı moleküllerin çoğu, protein yapılıdır ve zar üzerinde konumlanmıştır. Oksijenli solunumun önceki evrelerinde oluşan NADH ve $FADH_2$ ile taşınan protonlar, mitokondrinin matriks çözeltisinde kalırken elektronlar, indirgeme ve yükseltgenme tepkimeleri ile ETS'de oksijene kadar taşınır. Oksijen, enerji seviyesi düşmüş elektronları ETS'nin son moleküllünden alarak elektron akışının ve ATP sentezinin devam etmesine katkıda bulunur. Elektron kazanmış oksijen, bir çift proton ile birleşerek suyu oluşturur *(Görsel 1.27)*.

ETS'de bu şekilde indirgeme ve yükseltgenme tepkimeleri ile ATP üretilir. Enerjinin geri kalan kısmı ise ısı enerjisi olarak ortama yayılır. Sonuç olarak oksijenli solunum reaksiyonları sırasında ve sonunda CO_2 ve H_2O oluşurken metabolik faaliyetler için gerekli olan ATP de üretilmiş olur. Oksijenli solunum, enzim kontrolünde gerçekleştiği için sıcaklık değişimlerinden etkilenir.

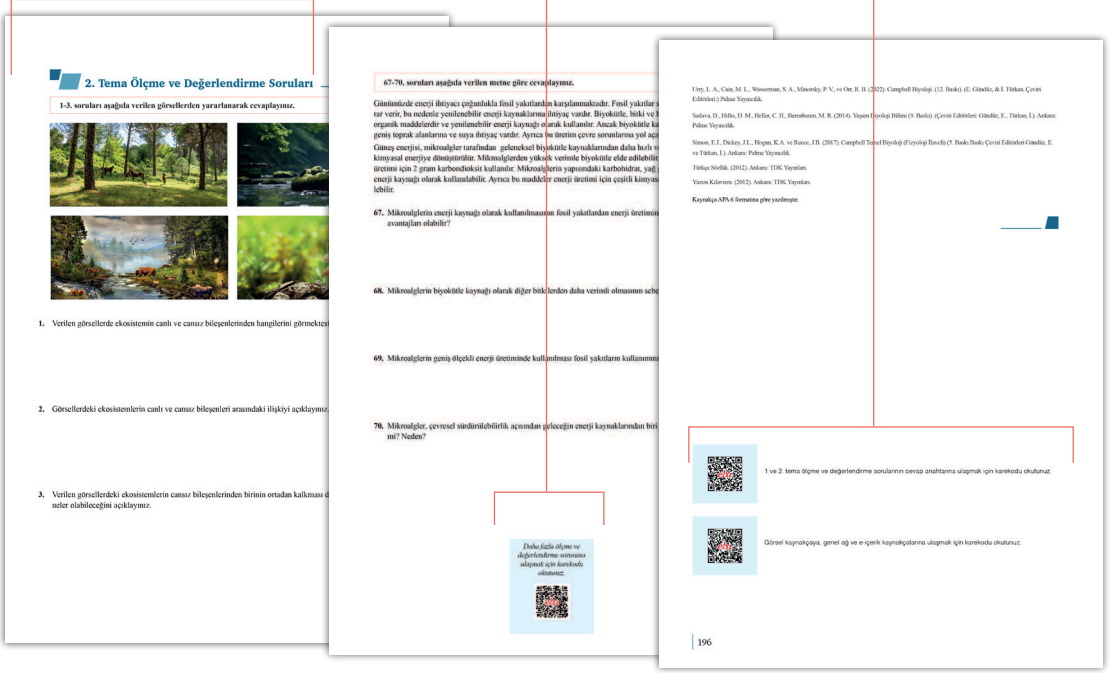
Görsel 1.27
Elektron taşıma sistemi

61

Tema sonu ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

Tema ile ilgili daha fazla soru ve etkileşimli soru içeren karekodları gösterir.

Cevap anahtarı ile görsel kaynakçaya, genel ağ ve e-içerik kaynakçasına ulaşmak için ilgili karekodları gösterir.



2. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları

1-3. soruları aşağıda verilen görsellerden yararlanarak cevaplayınız.

1. Verilen görsellerde ekosistemin canlı ve cansız bileşenlerinden hangilerini görmekte

2. Görsellerdeki ekosistemlerin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

3. Verilen görsellerdeki ekosistemlerin cansız bileşenlerinden birinin ortadan kalkması d
neler olabileceğini açıklayınız.

67-70. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Günümüzde enerji ihtiyacı çoğunlukla fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar a
rar verir, bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Biyokütle, bitki ve
organik maddelerdir ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılır. Ancak biyokütle ka
geniş toprak alanlarına ve suya ihtiyaç vardır. Ayrıca bu üretim çevre sorunlarına yol aç
Güneş enerjisi, mikroalgler tarafından geleneksel biyokütle kaynaklarından daha hızlı v
kimyasal enerjiye dönüştürülür. Mikroalglerden yüksek verimle biyokütle elde edilebilir
üretimi için 2 gram karbondioksit kullanılır. Mikroalglerin yapısındaki karbohidrat, yağ
enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Ayrıca bu maddeler enerji üretimi için çeşitli kimya
lebilir.

67. Mikroalglerin enerji kaynağı olarak kullanılmasının fosil yakıtlardan enerji üretimi
avantajları olabilir?

68. Mikroalglerin biyokütle kaynağı olarak diğer bitkilerden daha verimli olmasının sebe

69. Mikroalglerin geniş ölçekli enerji üretiminde kullanılması fosil yakıtların kullanımını

70. Mikroalgler, çevresel sürdürülebilirlik açısından geleceğin enerji kaynaklarından biri
mi? Neden?

Daha fazla ölçme ve değerlendirme sorusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., ve Orr, R. B. (2022). Campbell Biyoloji. (12. Baskı). (İ. Gündüz, & İ. Türkan, Çeviri Editörleri.) Palme Yayıncılık.

Sadava, D., Hillis, D. M., Heller, C. H., Berenbaum, M. R. (2014). Yaşam Biyoloji Bilimi (9. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Simon, E.J., Dickey, J.L., Hogan, K.A. ve Reece, J.B. (2017). Campbell Temel Biyoloji (Fizyoloji Bavelı) (5. Baskı Baskı; Çeviri Editörleri Gündüz, E. ve Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Türkçe Sözlük. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Kaynakça APA 6 formatına göre yazılmıştır.

1 ve 2. tema ölçme ve değerlendirme sorularının cevap anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Görsel kaynakçaya, genel ağ ve e-içerik kaynakçalarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

196

1. TEMA

ENERJİ

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Güneşten Besinlere

Canlılık İçin Enerjinin Önemi, ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımında ATP'nin Rolü, Işık Enerjisi Kullanılarak Besin Sentezi (Fotosentez), Pigmentler, Işığa Bağlı Evre, Işıktan Bağımsız Evre, Fotosentez Hızına Etki Eden Çevresel Faktörler, Işık Enerjisi Kullanılmadan Besin Sentezi (Kemosentez)

Besinlerden Enerjiye

Sindirim (Hücre İçi Sindirim ve Hücre Dışı Sindirim), Canlılarda Sindirim Yapıları, İnsanda Sindirim, Emilim ve Taşınma, Besinlerden Enerji Elde Etme Yolları, Hücresel Solunum (Glikoliz, Sitrik Asit Döngüsü, Elektron Taşıma Sistemi), Besinlerin Solunuma Katılma Yolları, Fermantasyon (Laktik Asit Fermantasyonu, Etil Alkol Fermantasyonu), Enerji-Metabolizma İlişkisi

► Anahtar Kavramlar

- ışık enerjisi
- kimyasal enerji
- fotoliz
- Calvin (Kelvin) döngüsü
- sindirim
- sindirim sistemi
- emilim
- hücresel solunum
- fermantasyon
- elektron taşıma sistemi (ETS)
- ATP sentezi

► Bu temada sizlerden

- canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulamanız,
- fotosentez reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturmanız,
- fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapmanız,
- kemosentez hakkında bilgi toplamanız,
- canlılarda sindirim çeşitlerini ve yapılarını sınıflandırmanız,
- insanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliği ile ilgili bilimsel çıkarım yapmanız,
- hücresel solunum reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturmanız,
- farklı besin gruplarının enerji eldesi süreçlerini karşılaştırmanız,
- fermantasyon ile ilgili deney yapmanız,
- besinlerden elde edilen enerjinin canlının metabolik süreçlerine katkısı ile ilgili bilimsel çıkarım yapmanız

beklenmektedir.

Tema sonunda sizlerden ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız, konu ile ilgili performans görevlerini yapmanız, karekod ile verilen öz değerlendirme formlarını doldurmanız istenecektir.

Tema Karekodu

Tema Sunusu

Başlarken

Spor yapmak, düşünmek, yazmak, oturmak, vücut sıcaklığını dengede tutmak gibi pek çok aktivite için ihtiyaç duyulan enerjinin kaynağı nedir? Tüm canlılarda enerji ihtiyacı doğadan karşılanır. Yeryüzündeki temel enerji kaynağı güneştir. Canlılar doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisine muhtaçtır. Yaşam döngüsü, güneşten gelen enerjinin canlılar arasında aktarımıyla devam eder. Bu aktarım fotosentezle başlar. Bitkiler, algler ve bazı bakterilerde bulunan klorofil pigmentleri aracılığıyla ışık enerjisi yakalanarak kimyasal enerjiye dönüştürülür. Bu enerji ile organik besinlerin üretimi sağlanır. Fotosentezle üretilen besinler, doğrudan veya dolaylı olarak tüm canlılar tarafından kullanılır. Bazı canlılarda ise güneş ışığı olmadan besin üretilebilir. Okyanusların derinlikleri, toprağın alt katmanları, mağara gibi güneş ışığının ulaşamadığı yerlerde yaşayan bu canlılarda besinler inorganik maddelerin oksitlenmesiyle üretilir.

İnsanda enerji aktarımında ilk basamak besinlerin vücuda alınmasıdır. Bu süreci sindirim ve emilim olayları takip eder. Emilimden sonra bu yapı taşları, dolaşım sistemi aracılığıyla dokuların ve organların hücrelerine taşınır. Hücrelerde gerçekleşen hücresel solunum tepkimeleriyle besin moleküllerinde depolanan kimyasal enerji açığa çıkarılır ve yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için kullanılır.

GÜNEŞTEN BESİNLERE

1.1 CANLILIK İÇİN ENERJİNİN ÖNEMİ

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Kış uykusu, yaşam koşulları olumsuz ve çok zor geçen mevsimlerde gözlemlenen bir olaydır. Pek çok hayvan yeterli besin kaynağı bulunmayan bu süreci kış uykusunda geçirir. Kış uykusuna yatan hayvanlar uykuda harcanacak besini vücutlarında depolar. Kış uykusu sürecinde ise depoladıkları besinlerden elde ettikleri enerjiyle vücut sıcaklıklarını dengede tutar ve hayatta kalmayı başarır. Ayı, yarasa, sincap, kirpi, yer sincabı, dağ sıçanı, fındık faresi kış uykusuna yatan hayvanlara örnektir. Timsah, yılan gibi sürüngenler ise soğuk havalarda kış uykusu benzeri bir sürece girer. Bu süreçte sürüngenler soğuk havaya bağlı olarak ya vücutlarındaki tüm işlevleri yavaşlatarak tamamen hareketsiz kalır ya da yavaş hareket eder.

Kış uykusuna yatan kirpi

1. Kış uykusundaki canlılar enerji ihtiyacını nasıl karşılar?
2. Canlılar için enerji neden gereklidir?

Görsel 1.1
Şarj edilen elektrikli otomobil

Canlılarda yaşamsal faaliyetlerin devam edebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulur ve bu enerji besinlerden karşılanır. Canlıların ortak özelliklerinden olan beslenme, canlılık için zorunlu bir süreçtir. Canlılar gibi araçların da harekete geçebilmesi için enerjiye gereksinimi vardır. Bu enerji fosil yakıtlardan veya elektrik enerjisinden karşılanır. Günümüzde elektrikle çalışan araçlarda motorun çalışması için gerekli elektrik enerjisi bataryalardan sağlanır. Mobil telefon, dizüstü bilgisayar, elektrik süpürgesi vb. araç gereçlerin şarj edilerek çalıştırılması gibi elektrikli aracın çalışması için gerekli enerji de bu aracın elektrik kaynağına bağlanmasıyla elde edilir. Batarya şarj edildiğinde sürüş için gerekli olan enerji depolanmış olur *(Görsel 1.1).*

1. Etkinlik

Adı	***Canlılar İçin Enerjinin Gerekliliği***
Amaç	*Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda karekod ile verilen **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*
- *Hazırlayacağınız öğrenme günlüğü **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*

1. *Aşağıdaki sorularla ilgili cevaplarınızı arkadaşlarınızla sözlü olarak paylaşınız. Cevaplarınızı paylaşırken birbirinizi dikkatle ve etkin bir şekilde dinleyiniz, iletişimi olumsuz etkileyen davranışlardan kaçınınız. Kendi düşüncelerinizi açıkça ifade ederek grup iletişimine aktif olarak katılınız.*

- *Güneş olmasaydı canlılara ne olurdu?*
- *Fotosentez olmasaydı bu durumdan sadece bitkiler mi etkilenirdi?*
- *Bir insan beslenmeden kaç gün yaşayabilir?*

2. *"Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliği", "ATP'nin yapısı", "ATP'nin enerji dönüşümlerindeki işlevi" konuları ile ilgili araştırma yapan bir bilim insanı olsaydınız yapacağınız çalışmada hangi sorulara cevap arardınız? Sorularınızı aşağıda verilen boş alana yazınız.*

---

3. *Yazdığınız sorulara cevap bulmak için araştırma yaparak bilgi toplayınız.*
4. *Ulaştığınız bilgilerin doğruluğunu bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan yararlanarak değerlendiriniz.*
5. *Hatalı olduğunu belirlediğiniz bilgileri ulaştığınız doğru bilgiler ile güncelleyiniz.*
6. *Topladığınız bilgilerle görsel ve şematik bir sunum hazırlayarak sınıfta sununuz.*
7. *Sunumlarınızdan yararlanarak canlılık ve enerji ilişkisi hakkında ulaştığınız bilgileri yorumlayınız.*
8. *Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini ve önemini tanımladığınız, konu hakkında oluşturduğunuz soruları cevapladığınız, topladığınız bilgilerin doğruluğunu değerlendirerek çıkarım yaptığınız bir öğrenme günlüğü hazırlayınız.*

Değerlendirme

Öz Değerlendirme Formu

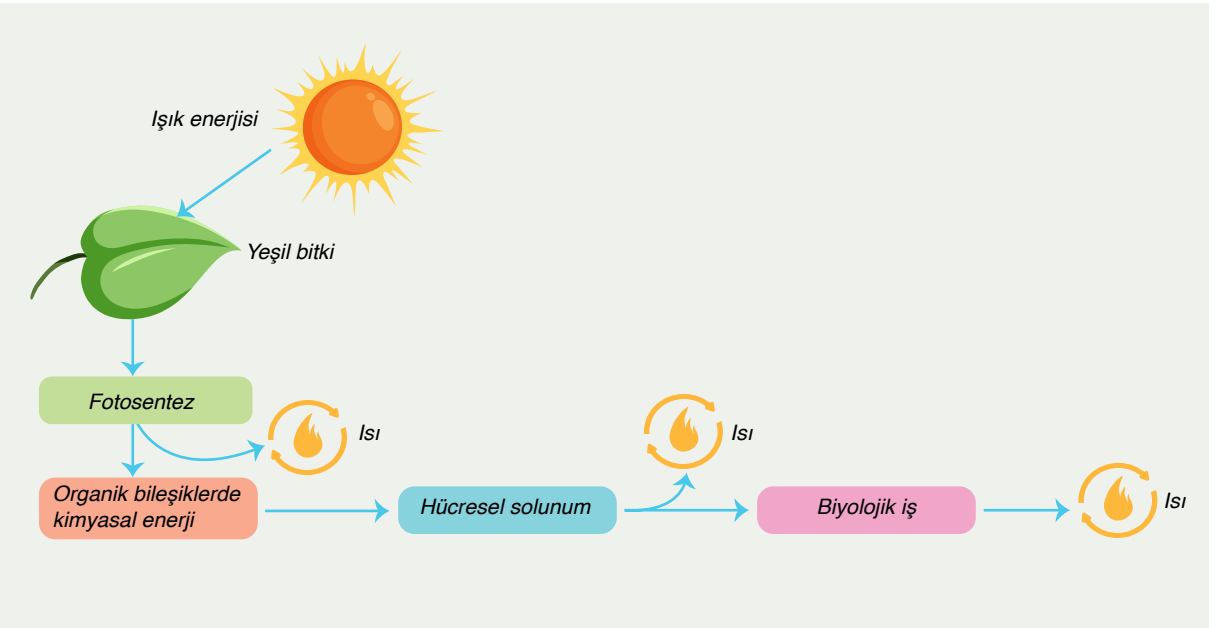
Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

Enerjinin Önemi

Enerji, iş yapabilme yeteneği ya da bir değişikliğe neden olma kapasitesi olarak tanımlanır. Bir çocuğun koşması, bir karıncanın yuvasına tohum taşıması, bir kuşun uçması, bir kedinin miyavlaması gibi pek çok olayda enerji kullanılır. Doğada enerji; ısı, ışık, elektrik, ses, hareket, potansiyel, kimyasal, nükleer enerji gibi çeşitli formlarda bulunur. Enerji yok olmaz, bir formdan başka bir forma aktarılabilir veya dönüştürülebilir. Canlı hücreler enerjiyi bir formdan diğerine dönüştürebilme yeteneğine sahiptir *(Görsel 1.2)*.

Fotosentez yapan bitkilerde ışık enerjisi, besinlerin yapısındaki bağlarda depolanan kimyasal enerjiye dönüştürülür. Tüketici canlılarda ise bu besinlerde depolanan kimyasal enerji, besin zinciri aracılığıyla birbirine aktarılır. Sonuç olarak tüm canlılarda organik besinlerde depolanan kimyasal enerji, ATP (adenozin trifosfat) molekülüne dönüştürülerek yaşamsal faaliyetlerde kullanılır. Canlılarda besinlerden elde edilen bu enerji (ATP) sayesinde hareket, üreme, büyüme, yıpranan doku ve organların onarılması, vücut ısısının korunması gibi daha pek çok yaşamsal faaliyet gerçekleştirilebilir.

Görsel 1.2
Canlılarda enerji dönüşümü



ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımındaki Rolü

Canlılık İçin Enerjinin Önemi ve ATP'nin Yapısı

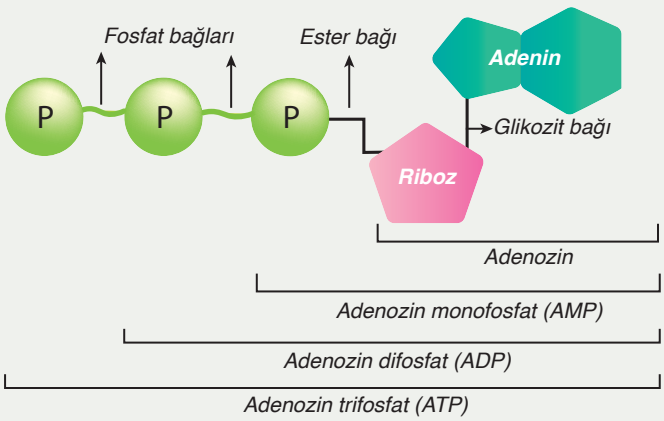
ATP tüm canlılarda yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan ortak enerji molekülüdür. ATP hücre zarından geçemez, bu nedenle bir hücreden diğerine aktarılamaz. Hücre metabolizması için gerekli ATP hücre içinde sentezlenir. ATP depolanmaz, anlık olarak üretilir ve tüketilir.

ATP'de bulunan enerji hücrede elektrik, ısı, hareket gibi farklı enerji formlarına dönüştürülebilir. Nükleotit yapıda olan ATP molekülü; azotlu organik baz olan adenin, bir riboz şekeri ve üç tane fosfat grubundan oluşur.

Adenin bazı ve riboz şekeri arasında **glikozit bağı**, riboz şekeri ve fosfat grubu arasında **ester bağı**, fosfatlar arasında ise **fosfat bağları** bulunur. ATP, yapı

olarak RNA molekülündeki adenin nükleotidine benzer. ATP'nin RNA'da bulunan adenin nükleotidinden farkı, yapısında bir yerine üç tane fosfat grubu bulunmasıdır.

Adenin bazına riboz şekeri bağlanmasıyla **adenozin** molekülü oluşur. Adenozin molekülüne bir fosfat bağlanması ile **adenozin monofosfat (AMP)**, AMP'ye bir fosfat bağlanması ile **adenozin difosfat (ADP)**, ADP'ye bir fosfat bağlanması ile **adenozin trifosfat (ATP)** oluşur *(Görsel 1.3)*.



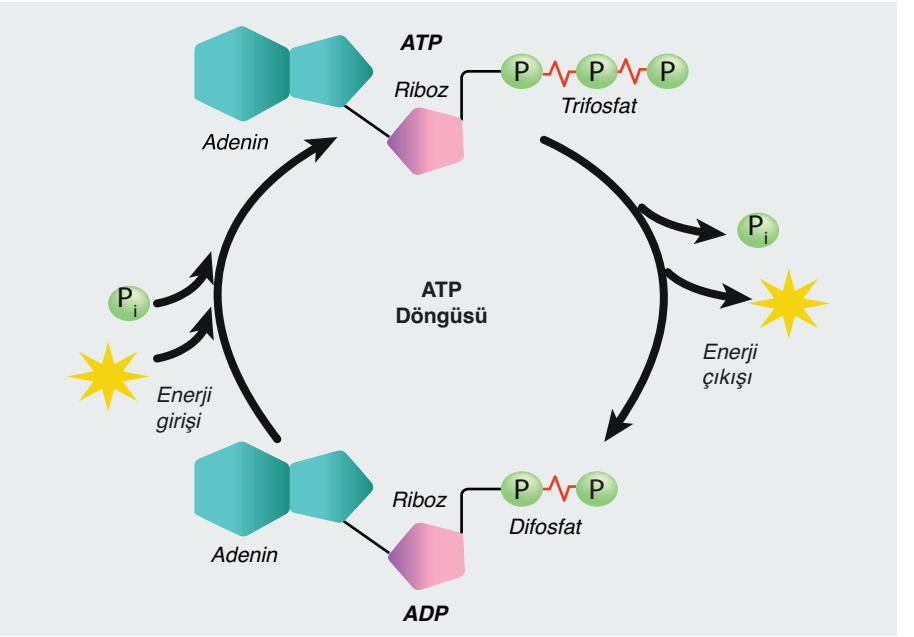
Görsel 1.3
ATP molekülünün yapısı

ATP molekülünün fosfat grupları arasındaki bağlar hidroliz edildiğinde kopar. Bir molekül ATP'nin hidrolizi sonucunda adenozin difosfat (ADP), inorganik fosfat (P_i) ve serbest enerji açığa çıkar. Açığa çıkan bu enerji çeşitli metabolik faaliyetlerde kullanılır.

Metabolik olayların gerçekleşmesinde enerji açığa çıkaran ve enerjiyi kullanan tepkimeler birlikte yürütülür. Enerjinin açığa çıktığı tepkimelere **ekzergonik (enerji veren) tepkimeler** adı verilir. Ekzergonik tepkimelerle açığa çıkan enerji, çeşitli metabolik faaliyetlerde kullanılır. Gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan tepkimelere **endergonik (enerji alan) tepkimeler** adı verilir. Hücrede gerçekleşen çoğu yıkım tepkimeleri ekzergonik, yapım tepkimeleri ise endergonik tepkimelere örnektir. Canlı organizma sürekli enerji kullanır. Yenilenebilir bir kaynak olan ATP, ADP'ye fosfat eklenmesiyle yeniden oluşturulabilir. ADP molekülüne enerji ve inorganik fosfat eklenmesiyle ATP sentezlenmesine **fosforilasyon** denir. Fosforilasyon sırasında su açığa çıkar. ATP'nin su ile hidroliz edilerek yapısından bir fosfat molekülünün koparılması sonucu enerji açığa çıkarılmasına **defosforilasyon** denir.

$$ADP + P_i + \text{Enerji} \underset{\text{Defosforilasyon}}{\overset{\text{Fosforilasyon}}{\rightleftharpoons}} ATP + H_2O$$

ATP molekülü, sürekli kullanılan ve yenilenebilen bir moleküldür. ATP molekülünün hücrede metabolik faaliyetlerde kullanılmak üzere yıkılıp yeniden sentezlenmesi **ATP döngüsü** olarak ifade edilir *(Görsel 1.4)*.



Görsel 1.4
ATP döngüsü

Kontrol Noktası

Aşağıda verilen bilgi özetini okuyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

- Besinlerdeki enerjinin kaynağı güneştir.
- Fotosentez yapan canlılarda güneş enerjisi kullanılarak organik besin üretilir. Böylece güneş enerjisi, besinlerdeki kimyasal bağ enerjisine dönüştürülmüş olur.
- Canlılarda besinlerden elde edilen ATP enerjisiyle pek çok yaşamsal faaliyet gerçekleştirilir.
- ATP; sinirsel iletim, kas kasılması ve aktif taşıma gibi yaşamsal faaliyetler için kullanılır.
- ATP molekülünün yapısında adenin bazı, riboz şekeri ve üç adet fosfat grubu bulunur.
- ADP molekülüne enerji ve inorganik fosfat (P_i) eklenmesiyle ATP sentezlenmesine **fosforilasyon** denir.
- ATP'nin fosfat grupları arasındaki bağ, hidroliz tepkimesiyle kırıldığında enerji ve ADP molekülü açığa çıkar. Bu olaya **defosforilasyon** denir.
- ATP molekülü depolanamaz veya bir hücreden diğerine aktarılamaz. Bu nedenle her hücrede ihtiyaç duyulan ATP, sürekli hücre içinde üretilir ve tüketilir. Bu durum **ATP döngüsü** olarak da adlandırılır.

1.2 IŞIK ENERJİSİ KULLANILARAK BESİN SENTEZİ (FOTOSENTEZ)

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız. Önceki öğrenme yaşantılarınızdan ve her bir soruya vereceğiniz cevaptan hareketle bir kavram haritası oluşturunuz.

Sekoya ağaçları

Dünya'nın hacimce en büyük canlıları olan sekoya ağaçlarının kütlesi 2000 tona ulaşabilir. Ağaçların bu devasa kütlelerinin kaynağının genellikle topraktan aldıkları besinler ve su olduğu düşünülür. Ancak türüne göre değişse de ağaçların kütlelerinin yaklaşık %50-%80'i yapılarındaki karbondan kaynaklanır. Ağaçlar karbonu havadaki karbondioksitten alır ve fotosentez sonucu farklı bileşiklerin; örneğin karbohidratların, proteinlerin, nükleik asitlerin (DNA ve RNA) üretiminde kullanır. (...) Yeryüzündeki ağaçlarda depolanan karbon miktarı atmosferde bulunan toplam karbon miktarı kadardır. Kısaca ağaçların karbon depolama konusunda uzman olduğu söylenebilir. Havadaki karbondioksit miktarındaki artış fotosentez verimini, dolayısıyla depolanan karbon miktarının artmasını sağlayabilir mi diye düşünülebilir. Ancak karbondioksit miktarı artsa da ışığın, suyun ve topraktaki besinlerin miktarının bitkilerde büyüme ve karbon depolama süreçleri üzerinde sınırlayıcı etkisi var.

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Havadaki karbondioksit miktarındaki artış, fotosentezi nasıl etkiler?
2. Bitkilerde alınan karbon hangi bileşiklerin üretiminde kullanılır?
3. Bitkiler fotosentez yapmak için nelere ihtiyaç duyar?
4. Fotosentez ile bitkilerdeki besin üretimi arasında nasıl bir ilişki vardır?

Fotosentez yapan canlılarda güneş ışığı kullanılarak organik besinler üretilir. Güneşten gelen ışık enerjisi, bitkilerde kimyasal enerjiye dönüştürülerek organik bileşiklerde depolanır. Bitkilerde fotosentez yoluyla oluşturulan glikozun bir kısmı, hücrelerin enerji ihtiyacını karşılar. Bu enerji bitkilerde büyüme ve gelişme için kullanılır. Glikozun geri kalan kısmı ise diğer karbohidratlara, yağlara ve proteinlere dönüştürülerek bitkinin kök, yumru, tohum ve meyvelerinde depolanır. Depolanan bu organik maddeler bitkiler tüketildiğinde, örneğin bir dilim domates veya salatalık yenildiğinde, insan vücuduna besin olarak gelir. Böylece günlük beslenme alışkanlıkları içinde bitkilerde fotosentez yoluyla üretilen besin maddelerinin bir kısmı alınmış olur. Besinlerden sağlanan enerji; konuşma, yüzme, dinlenme gibi tüm metabolik ve fizyolojik süreçlerin sürdürülmesinde kullanılır.

2. Etkinlik

Adı	***Fotosentez Reaksiyonlarının İşleyişinin Modellenmesi***
Amaç	*Fotosentez reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturabilme*
Süre	*40+40 dk.*
Malzeme	*Tasarlayacağınız modele uygun kendi seçeceğiniz malzemeler*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek bir model tasarlayınız.*
- *Tasarladığınız model, karekodda verilen **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*

1. *Fotosentez reaksiyonlarının temel adımlarını konu alan videoyu izlemek için karekodu okutunuz.*

Fotosentez Reaksiyonlarının Temel Adımları

2. *Öğretmeniniz rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*
3. *Fotosentezin genel aşamalarını [ışığa bağlı evre, elektron taşıma sistemi, ATP sentezi, suyun parçalanması, ışıktan bağımsız evre, Calvin (Kelvin) döngüsü] gösteren bir model oluşturunuz.*
4. *Grup arkadaşlarınızın farklı bakış açılarını ve yaratıcı düşüncelerini kullanarak estetik zevkinize uygun birden fazla model tasarlayabilirsiniz.*
5. *Modelinizi tasarlarken diyagram, şema, maket veya etkileşimli görsel iletişim uygulamalarından birini seçiniz.*
6. *Modelinizi dijital araçlarla etkileşimli olarak arkadaşlarınızla paylaşınız.*
7. *Tasarladığınız fotosentez modellerini, öğretmeninizin sizinle paylaşacağı ve günümüzde bilimsel olarak kabul gören fotosentez reaksiyonu modeliyle karşılaştırınız.*

Benzerlikler	Farklılıklar

8. *Yaptığınız karşılaştırmalar sonucunda oluşturduğunuz modellerden hangisinin bilimsel olarak kabul gören modele en yakın olduğuna karar veriniz.*

Değerlendirme

Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

Fotosentez

Bazı canlılar ihtiyaç duydukları enerjiyi kendileri üretirken, bazı canlılarda bu enerji ortamdan alınan besinlerden sağlanır. Besinlerin içerisine enerji nasıl aktarılmaktadır ve canlılar tarafından tüketilen besinler nasıl sentezlenmektedir? Yeryüzündeki birçok canlı için gerekli olan enerjinin kaynağı güneştir *(Görsel 1.5)*. Güneş enerjisinin canlılar için kullanılır hâle dönüşmesi fotosentez ile gerçekleştirilir.

Görsel 1.5
Güneş fotosentez için gerekli olan enerji kaynağıdır.

Canlılarda ışık enerjisi kullanılarak karbondioksit, su gibi inorganik maddelerden organik madde sentezlenmesine **fotosentez** adı verilir. Mor kükürt bakterileri, siyanobakteriler gibi fotosentetik bakteriler; öglena, alg gibi protistler ile bitkiler (tam parazit bitkiler hariç) fotosentez yapan canlılardır. Organik madde sentezi sırasında enerjisini ışıktan sağlayan bu canlılara **fotootrof canlılar** denir.

Yeryüzündeki canlıların büyük bir kısmında enerji ihtiyacının karşılanması için doğrudan ya da dolaylı olarak fotosenteze ihtiyaç duyulur. Heterotrof canlılarda besin ihtiyacı, ototroflardan ya da diğer heterotroflardan karşılanır. Dolayısıyla fotosentez, ekosistemlerde besin ve enerji akışının temelini oluşturan biyolojik bir olaydır.

Bitkilerde fotosentez için gerekli olan su ve mineraller bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan alınır. Bitkilerdeki CO_2 ihtiyacı ise atmosferden ya da oksijenli solunum sırasında bitkilerin ürettiği CO_2 kullanılarak karşılanır. Fotosentez sonucu oluşan O_2in fazlası atmosfere verilir.

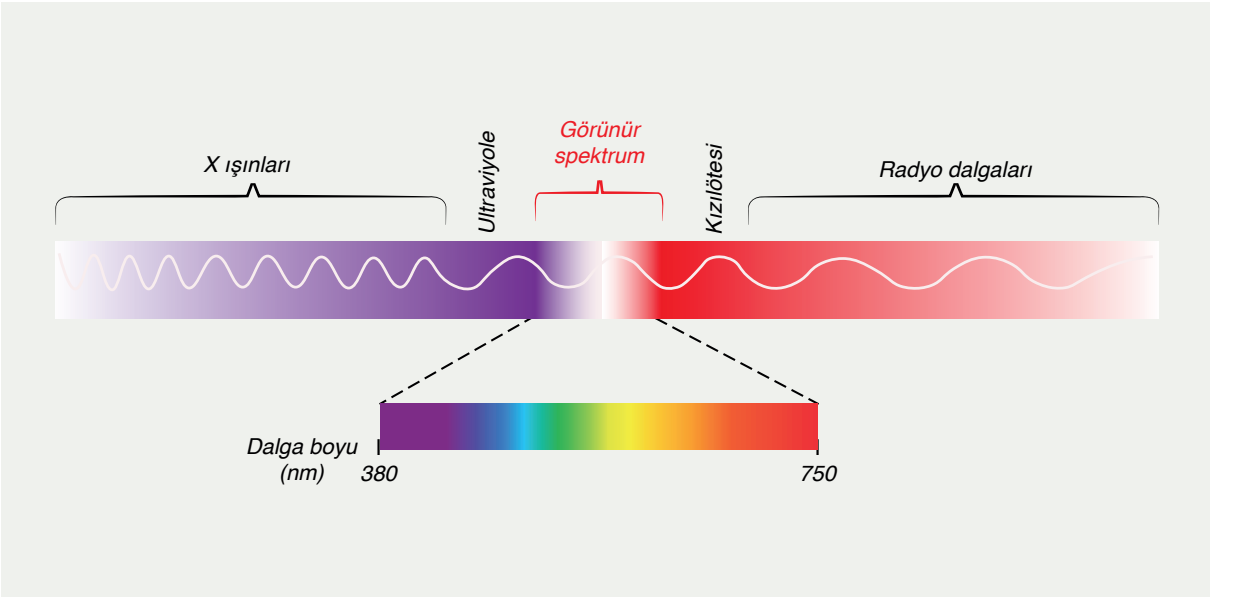
Fotosentez, yalnızca karasal ortamlarda değil su ekosistemlerinde de gerçekleşir. Okyanuslarda, denizlerde, göllerde ve akarsularda yaşayan algler ve siyanobakteriler bu sucul ortamlarda fotosentez yaparak enerji ve organik maddeler üretir. Bu sucul fotosentetik organizmalar, su ekosistemlerinin enerji ve besin zincirinin ilk halkasını oluşturur.

Pigmentler

Işık; foton adı verilen, yüksek hızda hareket eden ve enerji taşıyan temel taneciklerden oluşan bir enerji türüdür. Işık hem dalga hem de tanecik (parçacık) yapısına sahiptir. Işığın dalga boyları, bir nanometreden kısa (X ışınları) ve bir kilometreden daha uzun (radyo dalgaları) olabilir.

Işığın dalga boyu ile enerjisi ters orantılıdır. Kısa dalga boyuna sahip ışık daha fazla enerji taşırken uzun dalga boylu ışık daha az enerjiye sahiptir. Bu dalga boylarının belirli aralıklara göre sınıflandırılması **elektromanyetik spektrum** olarak adlandırılır *(Görsel 1.6)*.

Görsel 1.6
Elektromanyetik spektrum



Elektromanyetik spektrumun 380 nm ile 750 nm arasındaki kısmı **görünür ışık** olarak adlandırılır. İnsan gözü bu ışığı farklı renkler şeklinde algılar. Bu dalga boyları, fotosentez sürecinde bitkiler tarafından kullanılan ana enerji kaynağını oluşturur. Görünür ışığın tamamını içeren beyaz ışık; prizmadan geçirildiğinde mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu, kırmızı gibi farklı renklere ayrılır.

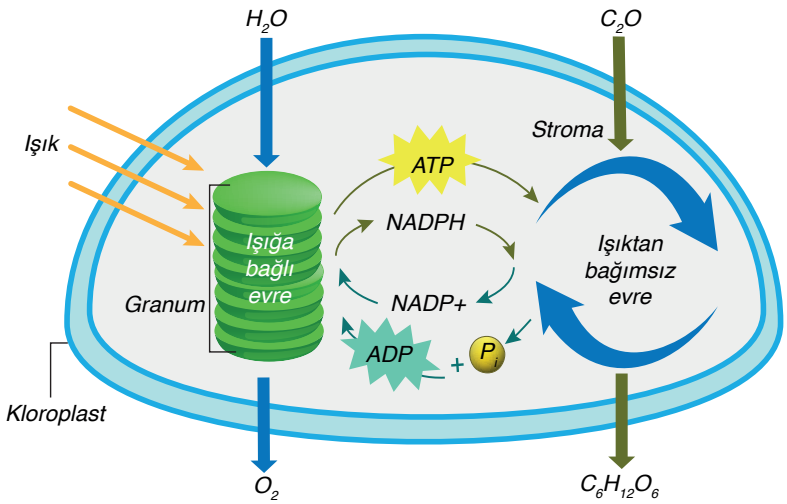
Işık bir yüzeye çarptığında üç farklı durum gözlenir: geçirme, soğurma (absorbsiyon) ve yansıtma. Bir cismin rengi, üzerine gelen ışığın hangi dalga boylarını yansıtıp hangilerini soğurduğuna bağlıdır. Örneğin yeşil bir cisim, üzerine düşen ışığın yeşil dalga boyunu yansıtırken diğer dalga boylarını soğurur veya geçirir. Beyaz cisimler, tüm ışığı yansıttığından beyaz; siyah cisimler gelen ışığın büyük bir kısmını soğurduğundan siyah görünür.

Görünür ışığı soğuran maddeler **pigment** olarak bilinir. Farklı pigmentler farklı dalga boylarındaki ışığı soğurur. Soğurulamayan ışıklar ya yansıtılır ya da geçirilir. Fotosentez olayında görev yapan temel pigment klorofildir. Klorofilin soğurduğu ışık enerjisi fotosentezde kullanılır.

Yapraklar, klorofilin yansıttığı ya da geçirdiği yeşil ışık nedeniyle yeşil renkte görülür. Bitkilerde klorofilden başka ışık enerjisini soğuran yardımcı pigmentler de bulunur.

Bu pigmentler aracılığıyla klorofilin soğurduğu ışıktan farklı dalga boyundaki ışınlar soğurularak klorofile aktarılır. Bazıları da fazla ışığı soğurarak klorofil molekülünün zarar görmesine engel olur.

Fotosentez; birden fazla basamağa sahip, iki farklı ana reaksiyon zinciri şeklinde gerçekleşir. Bunlardan birincisi **ışığa bağlı evre**, ikincisi ise **ışıktan bağımsız evre** adını alır *(Görsel 1.7)*.



Görsel 1.7
Işığa bağlı ve ışıktan bağımsız evre

Işığa Bağlı Evre

Ökaryot hücrelerde fotosentez, kloroplast organelinin granumlarında gerçekleşirken prokaryot hücrelerde sitoplazmada bulunan içe doğru katlanmış hücre zarı bölümlerinde gerçekleşir. Fotosentetik bakterilerdeki bu katlanmış zarlar, ökaryotlarda kloroplastın iç zarlarının üstlendiği göreve benzer şekilde fotosentezde rol oynar.

Işığa bağlı evre sırasında ışık enerjisi, klorofil pigmentini uyarır. Uyarılan klorofil yüksek enerjili elektronlarını kaybeder ve bu elektronlar ETS'ye aktarılır. Bu sırada ışık enerjisiyle su molekülleri fotoliz reaksiyonuna uğrar. Fotoliz; su moleküllerinin ışık enerjisi sayesinde elektronlar (e^-), hidrojen iyonları (H^+) ve oksijen (O_2) olmak üzere üç bileşene ayrılmasını sağlar.

$$H_2O \xrightarrow{\text{Işık}} 2e^- + 2H^+ + \frac{1}{2} O_2 \quad \text{(Fotoliz)}$$

Klorofilin kaybettiği elektronların yerine su molekülünün fotolizi ile açığa çıkan elektronlar gelir. Böylece su, klorofilin elektron açığını kapatır. Bu süreç, ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesinin temel mekanizmasını oluşturur.

Elektronlar, elektron taşıma sistemi üzerinde yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları ile taşınırken taşıma sırasında enerjilerinin bir kısmı ATP molekülünün sentezi için kullanılır.

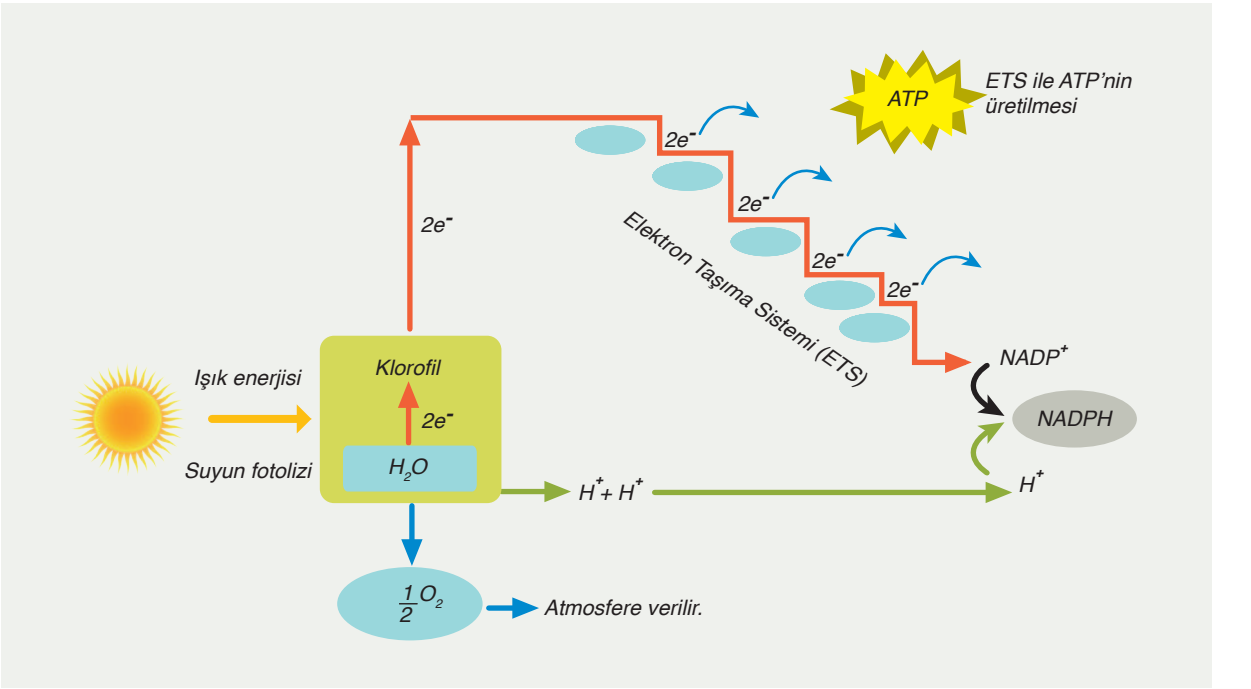
Ek Bilgi

$NADP^+$, Elektron ve proton alarak NADPH'a dönüşen yükseltgenmiş formdur. NADPH, fotosentezde ışık reaksiyonları sırasında üretilen bir enerji taşıyıcısıdır. Işık enerjisiyle su moleküllerinden serbest kalan elektronlar, $NADP^+$ molekülünü indirger ve NADPH'a dönüşmesini sağlar. NADPH, fotosentezin ışıktan bağımsız evresinde kullanılır ve karbondioksidi glikoza dönüştürmek için gereken enerji ve elektronları sağlar. Bu şekilde NADPH, bitkilerin enerji üretiminde ve büyümesinde önemli bir rol oynar.

Ayrıca fotoliz sırasında açığa çıkan hidrojen iyonları, $NADP^+$ (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) tarafından tutularak NADPH molekülünü oluşturur. Bu NADPH, fotosentezin ışıktan bağımsız evresinde organik madde sentezinde kullanılır. Fotoliz sonucu serbest kalan oksijen, bir yan ürün olarak atmosfere salınır.

Işığa bağlı evrede üretilen temel moleküller ATP ve NADPH'tır. Bu moleküller, fotosentezin ikinci evresi olan ışıktan bağımsız evrede organik madde sentezi için kullanılır. Işığa bağlı evrede üretilen ATP ve NADPH, CO_2 ile birleşerek organik bileşenlerin sentezinde görev alır. Böylece ışığın sağladığı enerji, canlılar tarafından kullanılabilecek kimyasal forma dönüştürülmüş olur *(Görsel 1.8)*.

Görsel 1.8
Işığa bağlı evre



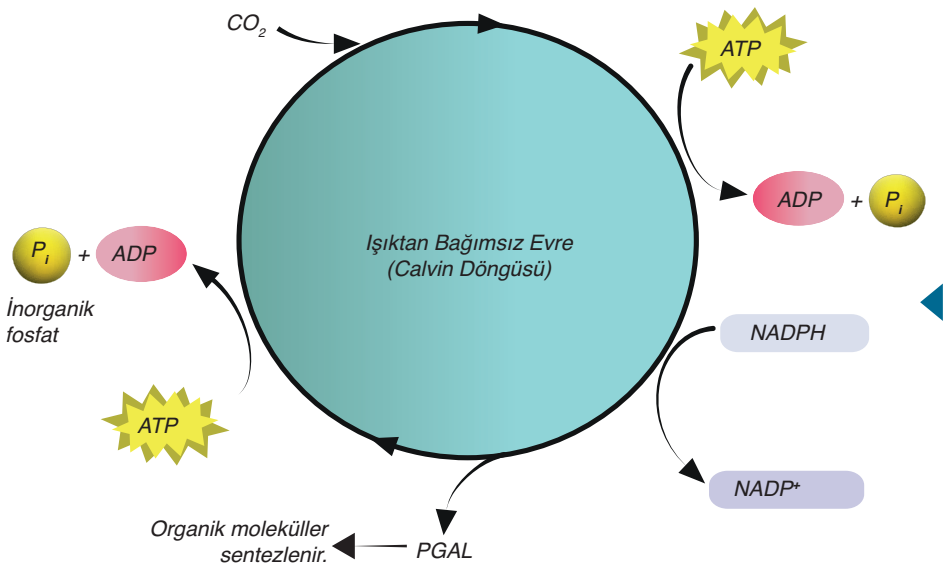
Işıktan Bağımsız Evre (Calvin Döngüsü)

Fotosentezin ışıktan bağımsız evresi, ökaryot hücrelerde kloroplastın stromasında; prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada gerçekleşir. Işıktan bağımsız evre **Calvin döngüsü** olarak da adlandırılır. Bu evre sayesinde stromada CO_2 tüketilerek başta glikoz olmak üzere organik madde çeşitlerinin birçoğu sentezlenir. Işıktan bağımsız evrede ışık doğrudan gerekli olmasa da ışığa bağlı evrede açığa çıkan ATP ve NADPH'a ihtiyaç duyulur.

Enzimlerin kontrolünde gerçekleşen bu evrede klorofil ve ETS elemanları görev almaz. Yüksek sıcaklık, ışıktan bağımsız evrede kullanılan enzimlerin yapısına zarar vereceğinden belirli bir derecenin üzerinde fotosentez önce yavaşlar; sıcaklık arttığında durur.

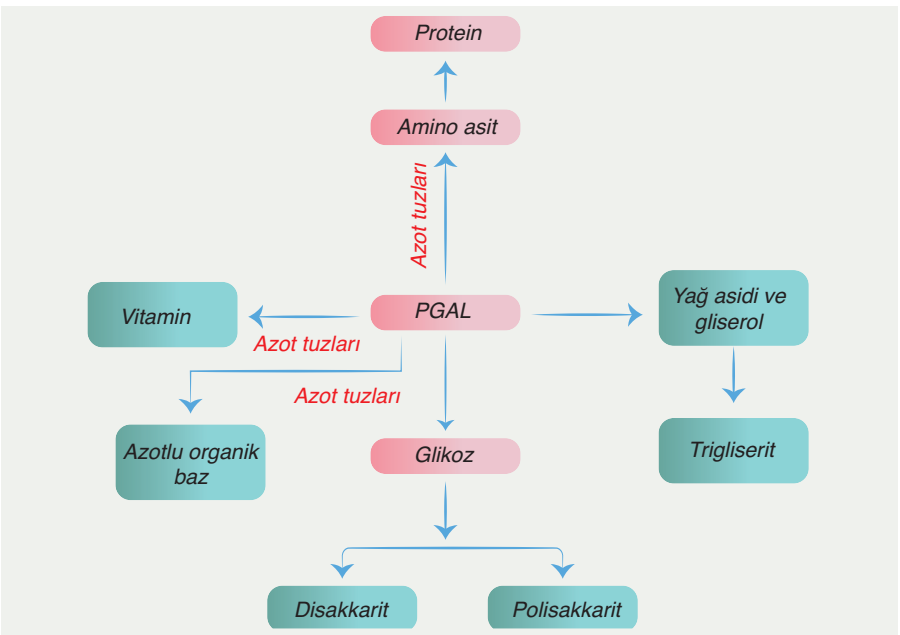
Işığa bağlı evreden gelen ATP'lerin defosforilasyonu sonucu açığa çıkan enerji ile NADPH'ın hidrojenleri ve CO_2 birleştirilir, 3 karbonlu fosfogliseraldehit (PGAL) molekülleri sentezlenir. Kloroplastın stromasında PGAL'in bir kısmı glikoza dönüşürken bir kısmı da bitkinin ihtiyaç duyduğu diğer organik maddelerin sentezinde kullanılır.

Dönüşüm sırasında açığa çıkan $NADP^+$, ADP ve inorganik fosfat molekülleri ise stromadan granuma aktarılarak ışığa bağlı evrede yeniden NADPH ve ATP sentezinde kullanılır *(Görsel 1.9)*.



Görsel 1.9
Işıktan bağımsız evre

PGAL, bitkinin ihtiyaç duyduğu birçok organik bileşiğin sentezinde temel rol oynar. PGAL; doğrudan glikoz, sükroz, diğer polisakkaritler gibi enerji sağlayıcı temel karbohidratların üretimine katılır. Sükrozun fazlası, bitkinin iletim demetleri aracılığıyla büyüyen kısımlarına ve diğer ihtiyaç duyulan bölgelerine taşınır; burada metabolik faaliyetlerde değerlendirilir. Glikoz, bitkilerde fazla miktarda biriktirilerek nişasta şeklinde depolanır. Enerjiye ihtiyaç duyulduğunda nişasta, glikoza parçalanarak hücresel solunumda kullanılır. PGAL aynı zamanda çeşitli organik moleküllerin sentezinde görev alır *(Görsel 1.10)*.



Görsel 1.10
Işıktan bağımsız evrede sentezlenen organik bileşikler

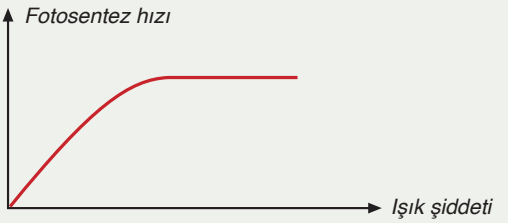
PGAL; yağ asidi, gliserol gibi lipitlerin oluşumuna katılarak hücre zarlarının yapısına ve enerji depolanmasına katkı sağlar. Ayrıca amino asitlerin sentezlenmesinde rol oynayarak protein üretimi için gerekli bileşenleri oluşturur. PGAL, bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerini düzenleyen vitamin ve hormonların üretiminde de kullanılır. Amino asitler, azotlu organik bileşikler ve diğer besin maddelerinin üretimi için azot gereklidir. Bitkilerde azot genellikle topraktan azot tuzları şeklinde alınır.

Fotosentez Hızına Etki Eden Çevresel Faktörler

Fotosentez reaksiyonlarının hızı; ışığın şiddeti, ışığın dalga boyu, CO_2 miktarı, sıcaklık, su miktarı, mineraller ve pH gibi faktörlere bağlı olarak da değişebilir. Bu faktörlerden miktarı en az olan, fotosentez hızını belirler. Buna **minimum kuralı** denir. Fotosentez hızını etkileyen faktörlerden birinin yetersiz olması durumunda fotosentez hızı yavaşlar veya fotosentez tamamen durabilir.

Işık Şiddeti

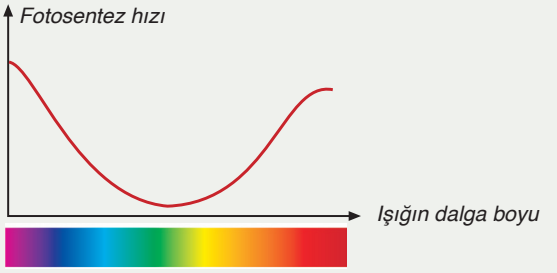
Fotosentez, ışık enerjisi olmadan gerçekleşmez. Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızlanır. Ancak ışık şiddetinin sürekli artırılması, fotosentez hızını aynı oranda artırmaz *(Grafik 1.1).* Miktarı sabit kalan diğer faktörler fotosentez hızını sınırlandırır. Bu nedenle ışık şiddetinin sürekli artışı fotosentezi belirli bir seviyeye kadar hızlandırır. Daha sonra fotosentez sabit bir hızla gerçekleşmeye devam eder.



Grafik 1.1
Işık şiddetinin fotosentez hızına etkisi

Işığın Dalga Boyu

Fotosentez, 380-750 nm dalga boyu aralığında bulunan spektrumdaki görünür ışıkta gerçekleşir. Fotosentezin başlayabilmesi için öncelikle ışığın klorofil tarafından soğurulması gerekir. Klorofil; mor, mavi ve kırmızı dalga boyundaki ışıkları daha çok soğurduğu için fotosentez bu dalga boyundaki ışıklarda daha hızlıdır. Klorofil tarafından çok az miktarda soğurulan yeşil ışıkta fotosentez en düşük hızda gerçekleşir *(Grafik 1.2).* Fotosentez hızı; kızılötesi, morötesi, radyo dalgaları ve X ışınlarında sıfırdır.

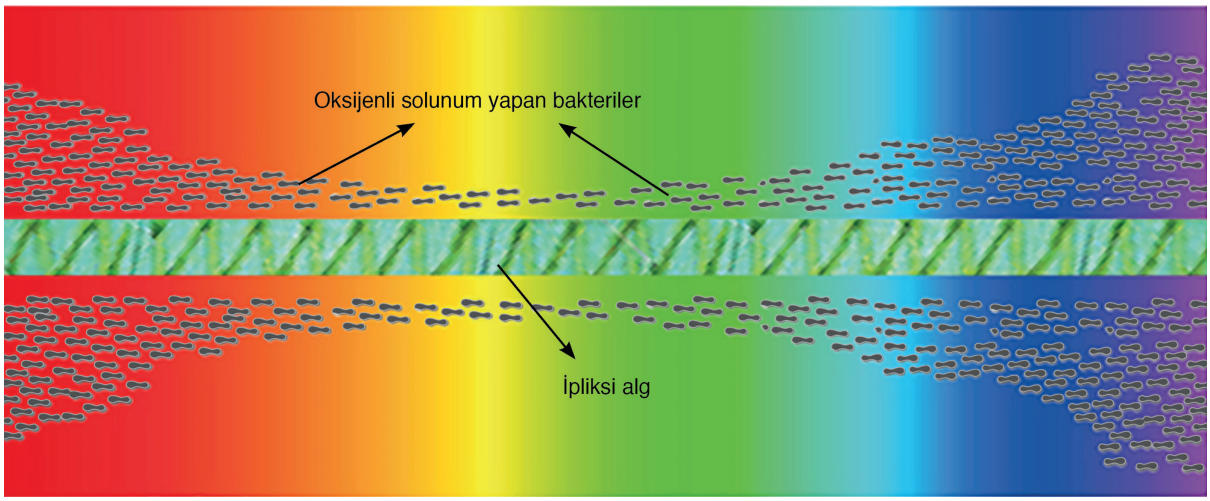


Grafik 1.2
Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi

Işığın dalga boyunun fotosentez hızını nasıl etkilediği,1883 yılında Theodore Engelmann (Teodor Engılmın) tarafından yapılan bir deneyle gösterilmiştir.

Engelmann, deneyinde ipliksi alg ve oksijenli solunum yapan bakteriler kullanmıştır. Yaptığı deneyde ışığı prizmadan geçirerek elde ettiği kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor ışıkları ipliksi algin üzerine düşürmüştür. Böylece ipliksi algin farklı kısımları, farklı dalga boyunda ışığa maruz kalmıştır. Deney sonucunda Engelmann ipliksi algin mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışığın düştüğü bölgelerinde oksijenli solunum yapan bakterilerin daha fazla kümeleştiğini görmüştür. Engelmann yaptığı bu deneyle klorofilin en çok mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışığı soğurduğunu ve fotosentezin bu ışıkların düştüğü kısımlarda daha hızlı gerçekleştiğini ispatlamıştır *(Görsel 1.11)*.

Görsel 1.11
Engelmann deneyi

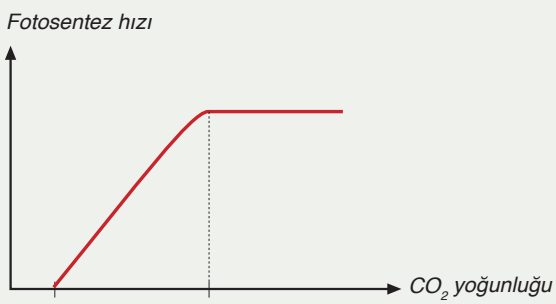


Karbondioksit Miktarı (CO_2 Yoğunluğu)

Karbondioksit, fotosentezin ışıktan bağımsız evresinin gerçekleşmesi için gereklidir. Atmosferdeki CO_2 oranı yaklaşık %0,03'tür. Fotosentez için gerekli diğer koşullar en uygun değerde olsa bile CO_2 miktarı düşük ise fotosentez hızı yavaşlar. CO_2 miktarı arttığında fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar, daha sonra da sabit kalır *(Grafik 1.3)*. Ortamda $Ca(OH)_2$ (kalsiyum hidroksit), KOH (potasyum hidroksit), NaOH(sodyum hidroksit), $Ba(OH)_2$ (baryum hidroksit) gibi CO_2 tutucularının bulunması fotosentez hızını düşürür.

Ek Bilgi

*$NaOH$, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$, KOH gibi bileşikler CO_2 ile tepkimeye girer ve özel tuzları oluşturur. Bu tür bileşiklere **CO_2 tutucusu** denir.*

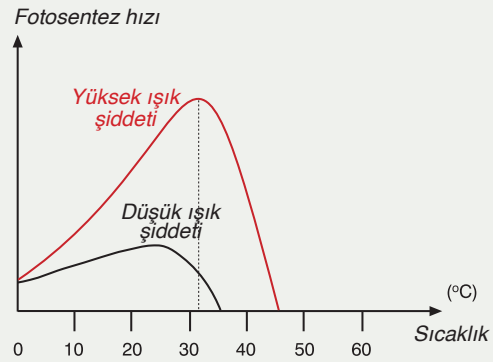


Grafik 1.3
CO_2 yoğunluğunun fotosentez hızına etkisi

Sıcaklık

Fotosentetik reaksiyonların birçoğu enzimler aracılığı ile gerçekleşir. Enzimlerin en iyi görev yaptığı sıcaklık değerine **optimum sıcaklık** denir. Optimum sıcaklığa kadar olan artışlar, fotosentezi hızlandırır.

Fotosentezin ideal sıcaklık derecesi yaklaşık 33 °C'tur. Sıcaklık 35 °C'un üstüne çıktığında genellikle enzim yapısı bozulacağından fotosentez hızı düşer ya da fotosentez durur. Işık şiddeti ve sıcaklık faktörleri birlikte ele alındığında yüksek ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentezi belirli bir değere kadar hızlandırır. Düşük ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışında ise fotosentez hızında belirgin bir artış olmaz *(Grafik 1.4).*



Grafik 1.4
Işığın şiddeti ve sıcaklığın fotosentez hızına etkisi

Su Miktarı

Fotosentezde su; oksijen, elektron ve hidrojen kaynağı olarak kullanılır. Su miktarının belirli oranda artışı fotosentez hızını artırır. Fakat yeterli suyun bulunduğu ortamda su miktarının artması tek başına fotosentez hızını etkilemez. Su miktarı azaldıkça fotosentez hızı azalır. Su miktarının belli bir değerin altında olması fotosentezle ilişkili enzimlerin yapısını ve işlevini bozarak fotosentez sürecini yavaşlatabilir veya durdurabilir.

Mineraller

Fe, Mg, Ca, Na, P, N, S, K gibi mineraller bitki gelişiminde ve fotosentezde etkilidir. Örneğin demir (Fe), hem klorofil sentezinde rol oynar hem de ETS elemanlarının yapısına katılır; magnezyum (Mg), klorofilin yapısında bulunur. Fosfor (P), ATP'nin ve nükleik asitlerin; azot (N) ise amino asitlerin, nükleik asitlerin ve vitamin gibi organik moleküllerin yapısına katılır. Kükürt (S), potasyum (K) gibi bazı mineraller enzim yapısında kofaktör olarak görev alır.

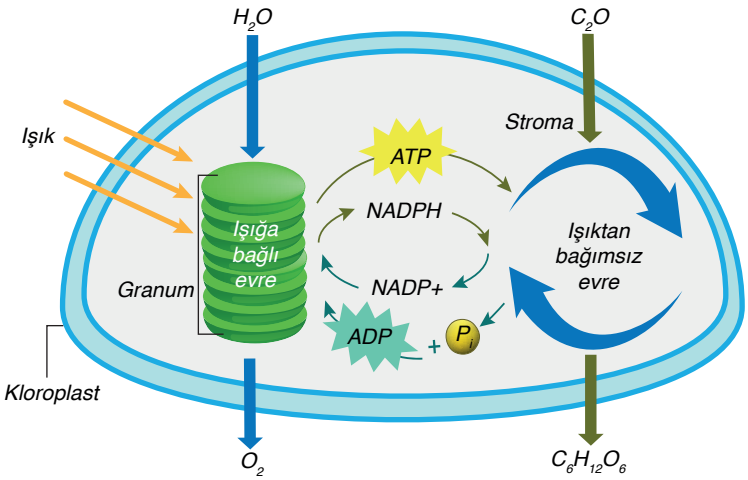
Ortamın pH Değeri

Fotosentez reaksiyonları, enzim varlığında gerçekleşir. Her enzim belli bir pH aralığında görev yapabildiğinden pH, enzimlerin çalışmasını da etkiler. Toprağın yapısı, çevre kirliliği, asit yağmurları bitkinin pH değerini dolayısıyla fotosentezi etkiler.

Kontrol Noktası

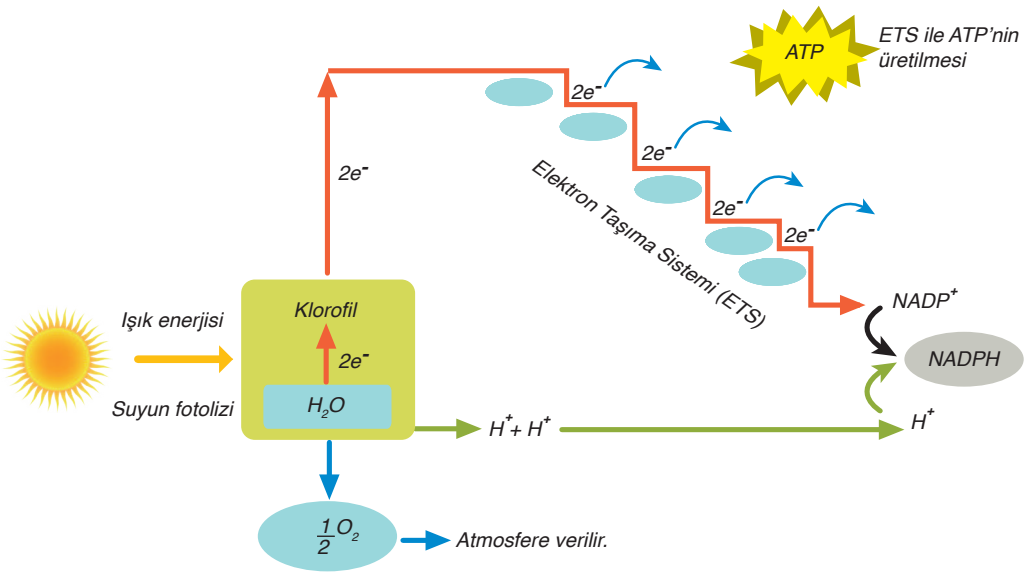
Fotosentez reaksiyonlarının temel adımları şematik olarak aşağıdaki bilgi görselinde özetlenmiştir. Bilgi görselini inceleyerek öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Ökaryot fotosentetik canlılarda kloroplastın granumunda ışığa bağlı, stromasında ışıktan bağımsız reaksiyonlar gerçekleşir.



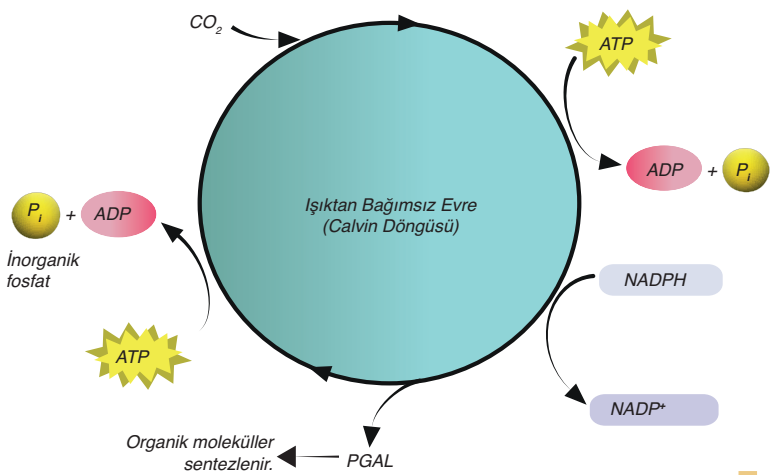
Fotosentezin ışığa bağlı reaksiyonlarında

1. Işık enerjisi kullanılır.
2. Suyun fotolizi ile oluşan hidrojenler $NADP^+$ tarafından tutulur. NADPH sentezlenir.
3. Klorofilden ayrılan elektronlar yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları ile ETS'de bulunan bir molekülden diğerine aktarılır. Bu sırada ATP sentezlenir ve ısı açığa çıkar.
4. Oksijen açığa çıkar ve atmosfere verilir.



Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarında

1. Işık enerjisine doğrudan ihtiyaç duyulmaz.
2. CO_2 tüketilir.
3. ATP tüketilir.
4. NADPH'ın hidrojenleri PGAL sentezinde kullanılır.
5. PGAL'den organik moleküller sentezlenir.



1.3 FOTOSENTEZDE KULLANILAN VE ÜRETİLEN MADDELER

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Anıt zeytin ağacı

Dünyanın En Yaşlı Zeytin Ağacının Hasadı Yapıldı

Hatay'ın Payas ilçesi II. Selim Camii avlusunda bulunan 13 asırlık zeytin ağacı asırlardır meyve vermeye devam ediyor.

Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu tarafından 1976 yılında "anıt ağaç" olarak tescillenen zeytin ağacı her yıl meyve vermeye devam ediyor. Yerden 1,5 metre yükseklikten 3 gövdeye ayrılan 40 m^2 alanı kaplayan asırlık zeytin ağacının meyveleri özenle toplanarak hasat edildi. (…)

*Genel ağdan alınmıştır. **

Asırlardır yaşayan bu zeytin ağacı gibi birçok bitki de yaşamını sürdürmek için fotosentez yapar.

1. Zeytin ağacı yaşamı için gerekli besini nereden alır?
2. Zeytin ağacının tüm hücrelerinde fotosentez gerçekleşir mi?
3. Bitkilerin kütlesi nasıl artar?

Bitkiler yaşamlarını sürdürmek için suya ve güneş ışığına ihtiyaç duyar *(Görsel 1.12 a, b, c, ç)*. Çevrenizde, okul bahçenizde veya evinizde bulunan bitkilerin ışık, sulama, yağmurun yağması gibi faktörlerden nasıl etkilendiğini gözlemleyiniz. Gözlemleriniz ve verilen görsellerden yola çıkarak bitkilerin ışık alma/almama, sulanma/sulanmama, yağmurun yağması/yağmaması gibi durumlardan nasıl etkilenebileceğini fotosentez ile ilişkilendiriniz. Çıkarımlarınızı sözlü olarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

Görsel 1.12 a, b, c, ç

a) Sulanmamış mısır, b) Sulanmış mısır, c) Yeterli ışık almayan orkide yaprakları, ç) Yeterli ışık alan orkideler

3. Etkinlik

Adı	***Fotosentezde Kullanılan ve Üretilen Maddeler ile İlgili Kontrollü Deney Tasarlama***
Amaç	*Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddeler ile ilgili deney yapabilme*
Süre	*40+40 dk.*
Malzeme	*Tasarlayacağınız deneye uygun kendi seçeceğiniz malzemeler*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili tasarlayacağınız kontrollü deneyinizi gerçekleştiriniz. Deneyinizi tasarlarken karekodda verilen **Deney Tasarım Formu**'nu kullanabilirsiniz.*
- *Etkinlik sonunda deney süreci ve sonucuna ilişkin deney raporunuzu, karekod ile verilen **Deney Raporu** formatına uygun olarak hazırlayınız.*
- *Etkinlik sonunda karekod ile verilen **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*
- *Deney raporunuz **Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*

1. *Aşağıda verilen sorunun cevabını arkadaşlarınızla tartışınız.*

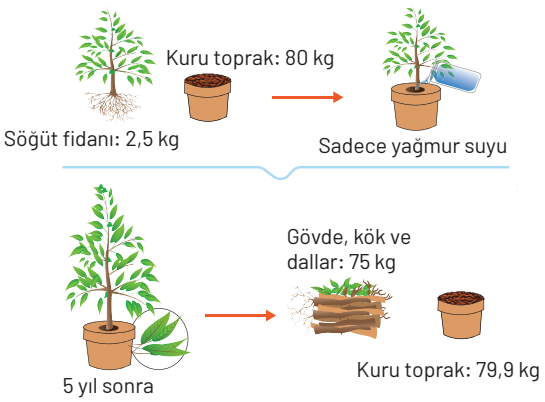
   Bir bitki fotosentez esnasında hangi maddeleri kullanır ve üretir?

2. *Bilim tarihinde fotosentez ile ilgili yapılan önemli bilimsel çalışmalara ilişkin aşağıdaki tabloyu inceleyiniz veya karekod ile verilen videoyu izleyiniz.*

Bilim Tarihinde Fotosentez ile İlgili Yapılan Önemli Bilimsel Çalışmalar

Tablo 1.1: Bilim Tarihinde Fotosentezle İlgili Yapılan Önemli Çalışmalar

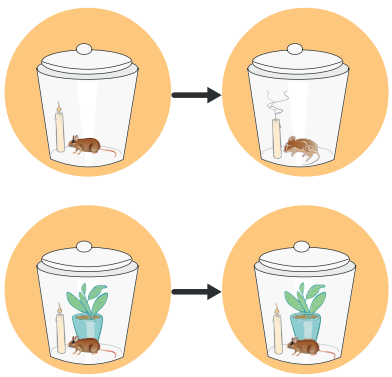
Jan Baptist van Helmont'ın Çalışması



Jan Baptist van Helmont (Yan Baptist ven Helmınt), 17. yüzyılda yaptığı deneylerle bitkilerin büyümesinin suyun etkisiyle gerçekleştiğini açıklamıştır. Helmont'un deneyi şöyledir:

Helmont bir söğüt fidanını ve kuru toprağı ayrı ayrı tartmıştır. Tarttığı toprağı bir saksıya yerleştirerek yine tartmış olduğu söğüt fidanını toprağa dikmiştir. Saksıdaki toprağın yüzeyini hava ve suyun köklere ulaşmasını engellemeyecek şekilde kapatarak toprağı sulamış ve fidanı beş yıl büyümeye bırakmıştır. Bu süre sonunda büyüyen genç söğüt ağacını topraktan çıkararak ağacın gövde, kök ve dallarını tartmıştır. Bitkinin kütlesinin arttığını tespit etmiştir. Toprağı kurutmuş ve tartmış, toprağın neredeyse aynı kütleye sahip olduğunu görmüştür. Helmont bitkilerdeki kütle artışının sudan kaynaklandığı sonucuna varmıştır.

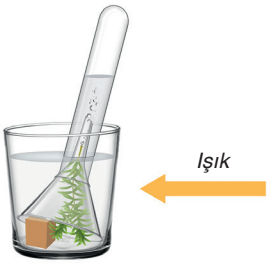
Joseph Priestley'in Çalışması



Bir kimyacı olan Joseph Priestley (Cosıf Pristli), 1771'de hava ile ilgili önemli deneyler gerçekleştirmiştir. Bu deneylerde bitkilerin havaya oksijen verdiğini gözlemleyen ilk kişi olmuştur. Priestley, bitki ve hayvan yaşamı arasındaki yakın ilişkinin keşfini sağlayan bir dizi deney gerçekleştirmiştir. Deneylerinde hava almayacak şekilde kapatılmış cam bir kavanoza yanmakta olan bir mum ve canlı bir fareyi birlikte koymuş; bir süre sonra ise mumun söndüğünü, farenin öldüğünü gözlemlemiştir.

Priestley, mum ve fare ile birlikte hava almayacak şekilde kapatılmış cam bir kavanozun içine canlı bir bitki koyduğunda ise farenin hayatta kaldığını ve mumun yanmaya devam ettiğini gözlemlemiştir. Bu deneyin sonucunda Priestley, kirlenen havanın bitkiler tarafından temizlendiğini ifade etmiştir.

Jan Ingenhousz'ın Çalışması



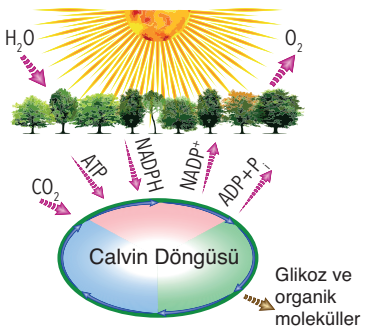
Jan Ingenhousz (Yan İngenhous), 1779 yılında bir dizi deney sonucunda su bitkilerindeki yeşil kısımların ışık olduğunda hava baloncukları çıkardığını ancak ışık olmadığında bu olayın gerçekleşmediğini gözlemlemiştir. Ayrıca bu baloncuklardaki gazın oksijen olduğunu ve bitkilerin karanlıkta karbondioksit çıkardığını tespit etmiştir. Deneylerinin sonucunda fotosentez için güneş ışığının gerektiğini ve bitkilerin yalnızca yeşil kısımlarının fotosentez yapabildiğini ortaya koymuştur.

Robert Hill'in Çalışması

($2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$) Hill Reaksiyonu

Robert Hill (Rabırt Hill), 1937 yılında fotosentezin ışığa bağlı evresi üzerinde çalışmıştır. Işığa bağlı reaksiyonlarda oksijenin kökeninin karbondioksit değil de fotosentezde kullanılan su olduğunu ispatlamıştır. Hill; fotosentezin ışığa bağlı evresi üzerinde çalışarak ortamda ışık, su ve uygun bir hidrojen yakalayıcısı bulunduğunda izole kloroplastların bile ortamda CO_2 olmadan O_2 oluşturabildiklerini görmüştür. Ayrıca yapraklarda doğal bir hidrojen yakalayıcı maddenin bulunduğunu ortaya koymuştur. Hill, kendi adını verdiği bir denklemle ($2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$) bu olayı açıklamıştır. Bu reaksiyon, fotosentezde O_2'in ışığa bağlı evrede oluştuğunu ve bunun kökeninin CO_2 değil de H_2O olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Melvin Calvin'in Çalışması



Melvin Calvin (Melvin Kelvin) ve arkadaşları, 1946 yılında fotosentezin ışıktan bağımsız evre tepkimeleri üzerine çalışmıştır. Yaptıkları bir dizi deney sonucunda fotosentezde gerçekleşen karbon metabolizmasını açıklamışlardır. Böylece fotosentez sırasında atmosferik karbondioksidin organik bileşiklere nasıl dönüştürüldüğünü ayrıntılarıyla ifade etmişlerdir. Bu alana yaptığı katkılardan ötürü Melvin Calvin, 1961 yılında Nobel Ödülü'ne layık görülmüştür. Çalışmalarına ithafen fotosentezin ışıktan bağımsız evresinde döngüsel olarak gerçekleşen bu tepkimeler dizisi ***Calvin döngüsü*** olarak adlandırılmıştır.

3. *Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*
4. *Tablodaki bilgileri fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelere göre yapılandırarak fotosentezle ilgili kontrollü bir deney tasarlayınız.*
5. *Sentezlediğiniz bilgileri kullanarak tasarladığınız deneyin amaçlarını belirtiniz, bağımlı ve bağımsız değişkenlerini bulunuz ve deney tasarım formuna yazınız.*
6. *Tasarladığınız deneyi gerçekleştiriniz.*
7. *Deney süreci boyunca dikkatinizi olumsuz etkileyecek faktörleri kontrol ediniz, uzun sürebilecek gözlemlere karşı sabırlı olunuz, düşüncelerinizi açık ve anlaşılır şekilde ifade ediniz, arkadaşlarınızı dikkatle dinleyiniz. Farklı görüşlere saygı göstererek yapıcı bir iletişim kurunuz ve ekip arkadaşlarınıza karşı nazik davranınız.*
8. *Deney sonuçlarının analizini yaparak ulaştığınız sonuçları fotosentez olayı ile ilişkilendiriniz ve elde ettiğiniz verileri açıklamak için bir deney raporu hazırlayınız.*

Değerlendirme

Deney Tasarım Formu

Öz Değerlendirme Formu

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Deney Raporu Formu

Fotosentez mekanizması, 1800'lü yıllardan bu yana bilinse de fotosentezde gerçekleşen karmaşık kimyasal reaksiyonların bazı basamakları hâlâ tam olarak aydınlatılamamıştır.

Bitkilerin kloroplast taşıyan yeşil kısımlarında ışık varlığında CO_2 ve H_2O'dan organik maddeler üretilir. Bu sırada bitkiler atmosfere O_2 verir.

Fotosentezin kimyasal denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

Denklemdeki $C_6H_{12}O_6$, bir çeşit karbohidrat olan glikozdur. Denklemde eşitliğin her iki tarafında H_2O bulunması, suyun hem tüketildiğini hem de üretildiğini gösterir. Denklemdeki su molekül sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

CO_2, fotosentezde kullanılan tek karbon kaynağıdır. Ancak hidrojen kaynakları farklılık gösterebilir. Bitkiler ve bazı bakteriler, H_2O'yu; bazı fotosentetik bakteriler ise hidrojen sülfürü (H_2S) hidrojen kaynağı olarak kullanmaktadır.

Bitkiler, öglena, algler ve siyanobakterilerde fotosentezin denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

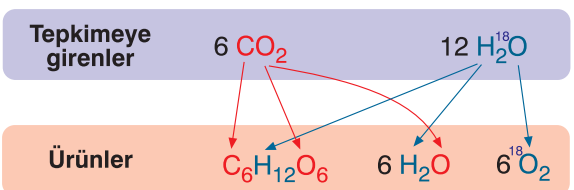
$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

Mor kükürt bakterilerinde fotosentezin denklemi şu şekildedir:

$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

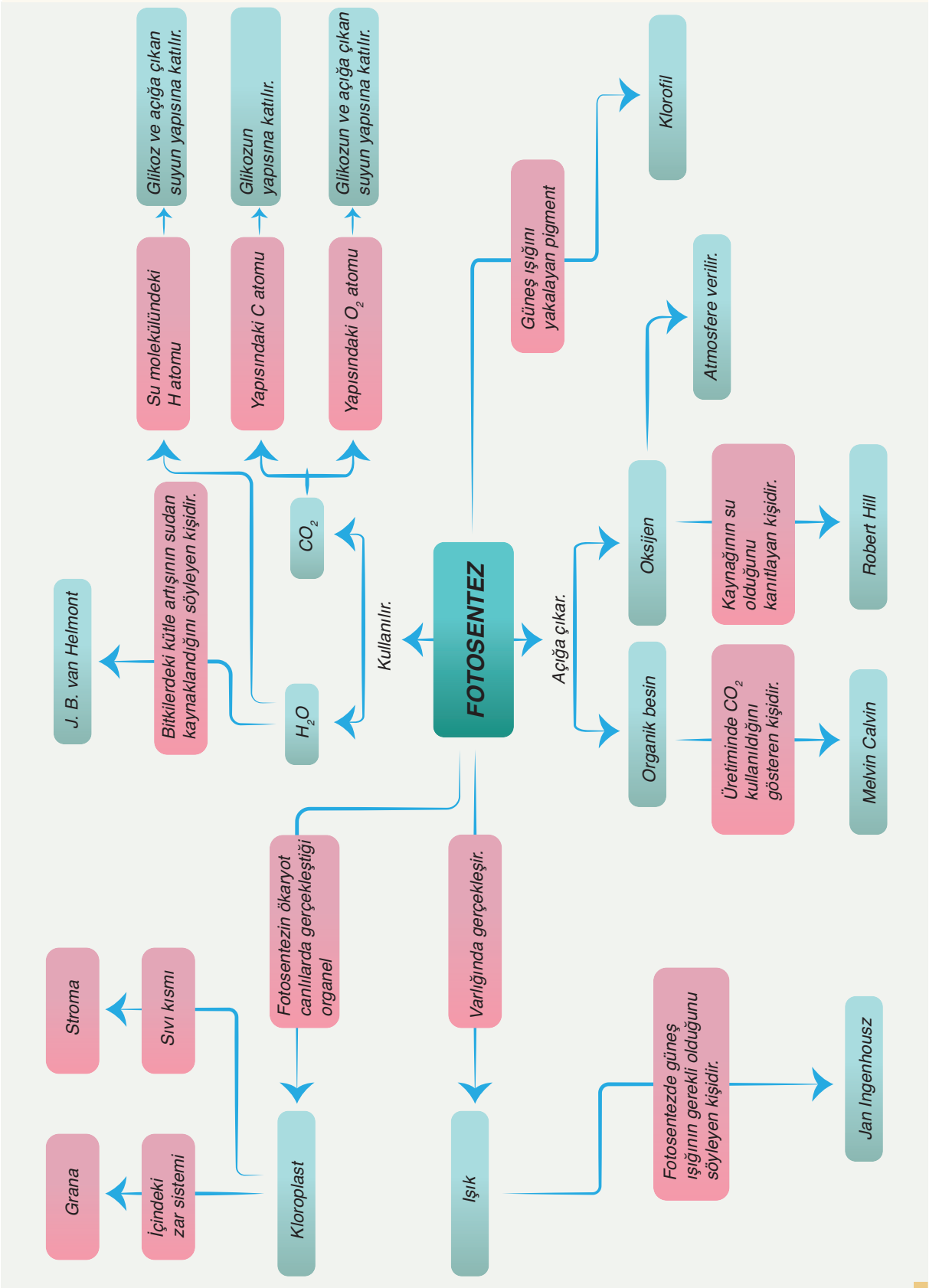
Bu denklemlere dikkatli bakıldığında tüm fotosentez çeşitlerinde CO_2 tüketilip $C_6H_{12}O_6$ (glikoz veya farklı monosakkaritler) üretilmektedir. Ancak tüketilen hidrojenli bileşikler (hidrojen kaynakları), sabit olmayıp atmosfere verilecek yan ürün çeşitlerini etkilemektedir.

Bilim insanları, ağır oksijen izotopu kullanarak fotosentezde üretilen oksijenlerin kaynağının CO_2 değil H_2O olduğunu ispatlamışlardır. Elektron kaynağı olarak suyun kullanıldığı fotosentez olayında reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan moleküller ile atomların izlediği yollar aşağıdaki denklemde gösterilmiştir:



Kontrol Noktası

Aşağıda verilen fotosentez ile ilgili kavram haritasını inceleyerek öğrendiğiniz bilgileri kontrol ediniz.



1.4 IŞIK ENERJİSİ KULLANILMADAN BESİN SENTEZİ (KEMOSENTEZ)

Konuya Başlarken

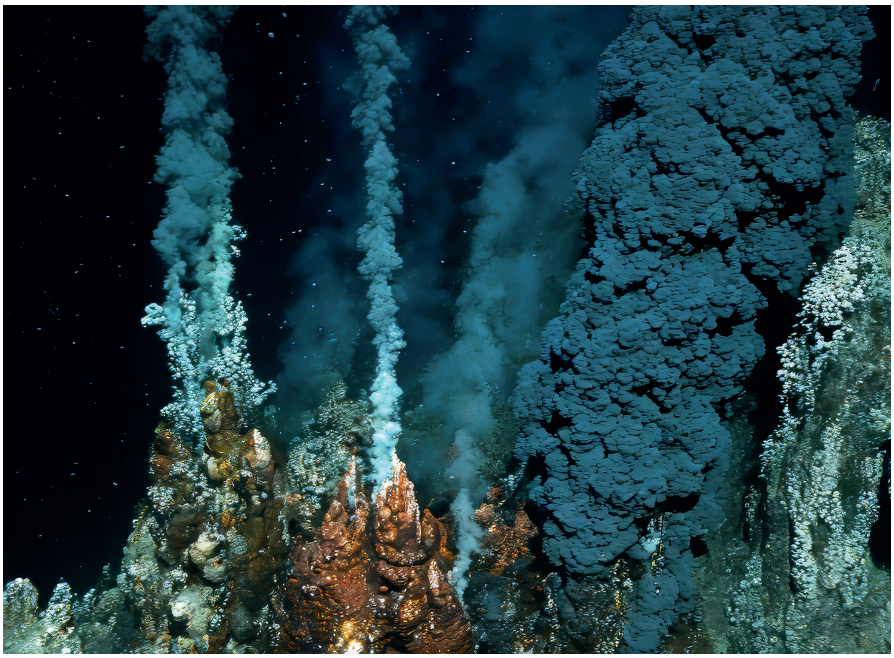
Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız. Önceki öğrenme yaşantılarınızdan ve her bir soruya vereceğiniz cevaptan hareketle bir kavram haritası oluşturunuz.

Hidrotermal Bacalar

Hidrotermal bacalar, su ve gaz fışkırtan sıcak su kaynaklarının okyanus tabanında yer alan benzerleridir. Hidrotermal çatlak veya yarık olarak da bilinen bu bacalar 1977 yılında Panama Kanalı'nın 500 km batısındaki Galapagos Adaları'nın bulunduğu Büyük Okyanus tabanında keşfedildi.

İç kısımlarında 350°C - 400°C, ağız kısımlarında ise yaklaşık 150°C sıcaklığa sahip olan hidrotermal bacalar, okyanuslardaki ısı transferinde önemli rol oynar. Ayrıca fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde kemosentetik bakteriler için uygun ortam oluştururlar. Bu nedenle okyanus derinliklerinde özellikle bu bacaların etrafında kemosentez yapan bakterilerle beslenen farklı biyolojik canlılara (karides, yengeç, midye, denizyıldızı vb.) rastlanabilir.

*Genel ağdan alınmıştır.**

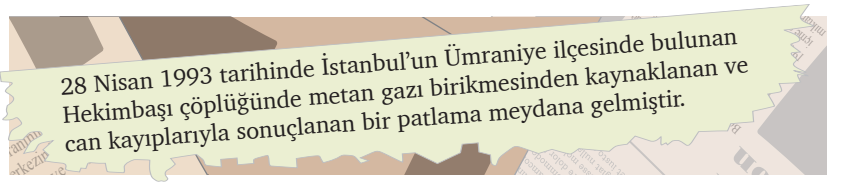


Hidrotermal bacalar

1. Canlıların besin sentezlemesi ortamda ışığın bulunması ile ilişkili midir? Açıklayınız.
2. Okyanusların binlerce metre derinliğinde, güneş ışığının hiç ulaşmadığı bölgelerde yer alan hidrotermal bacaların etrafında yaşayan üreticiler nasıl besin üretir?
3. Hidrotermal bacaların etrafında oluşan ekosistemde hangi canlılar yaşayabilir?

Derin Denizlerde Yaşam

Bazı prokaryotlar ekstrem çevre koşullarında yaşayarak güneş ışığına ihtiyaç duymadan enerji üretebilme özelliğine sahiptir. Derin denizler, okyanus ve bataklık diplerindeki oksijensiz çamur tabakaları, çöplükler, lağım çamuru işleme kazanları ve sabit vücut sıcaklığına sahip bazı memelilerin sindirim sistemleri bu organizmaların yaygın olarak bulunduğu ortamlardır. Örneğin çöplüklerde yaşayan ve metan üreten arkeler, güneş ışığı olmadan inorganik maddelerden besin sentezler ve bu sırada metan gazı açığa çıkar. Metan gazı; renksiz, kokusuz ve patlayıcı bir gazdır.


28 Nisan 1993 tarihinde İstanbul'un Ümraniye ilçesinde bulunan Hekimbaşı çöplüğünde metan gazı birikmesinden kaynaklanan ve can kayıplarıyla sonuçlanan bir patlama meydana gelmiştir.

4. Etkinlik

Adı	***Işık Olmadan Yaşam***
Amaç	*Kemosentez hakkında bilgi toplayabilme*
Süre	*40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Hazırlayacağınız bilgi görseli **Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*

1. *"Işık enerjisi kullanılmadan besin sentezi nasıl gerçekleşir?" sorusuna cevap bulabilmek için bilgi toplayabileceğiniz araçları belirleyiniz.*
2. *Belirlediğiniz araçlardan yararlanarak kemosentez hakkında araştırma yapınız, güvenilir kaynaklardan bilgi toplayınız.*
3. *Konuyu araştırırken yararlandığınız kaynakları aşağıdaki tabloya yazınız, bilgilerinizin güvenilirliğini kontrol ederek ulaştığınız bilgileri doğrulayınız.*

Yararlandığınız kaynaklar	Kaynak "edu, gov" uzantılı sitelerden alınmış mı?		Kaynak bilimsel makale mi?		Kaynak, alanındaki son gelişmeleri yansıtıyor mu?		Kaynak güvenilir mi?	
	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır

4. *Doğruladığınız bilgileri kaydediniz.*
5. *Doğruladığınız bilgilere ve telif hakkı olmayan görsellere yer vereceğiniz bir bilgi görseli hazırlayınız.*

Değerlendirme

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Kemosentez

Ototrof olarak beslenen canlılar, inorganik maddelerden organik madde sentezlerken kullandıkları enerji kaynağına göre iki ana grupta incelenir. Bunlardan fotosentetik ototroflarda gerekli enerji ışıktan sağlanır. Kemosentetik ototroflarda ise inorganik maddeler oksitlenerek açığa çıkan enerjiyle organik madde sentezlenir.

Oksidasyon, bir atom veya molekülden elektron ayrılmasını sağlayan kimyasal bir reaksiyondur. Bazı prokaryot canlılar tarafından inorganik maddelerin oksidasyonu sonucu açığa çıkan kimyasal enerji ile inorganik maddelerden (H_2O ve CO_2) organik madde sentezine **kemosentez** denir. Kemosentezde hidrojen sülfür (H_2S), hidrojen gazı (H_2), amonyak (NH_3), nitrit (NO_2), demir (Fe^{2+}), kükürt (S) gibi inorganik maddeler oksitlenir. Bu oksidasyon reaksiyonları sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenir. ATP, karbondioksit (CO_2) ve çeşitli kaynaklardan elde edilen hidrojenleri birleştirerek fotosentezde olduğu gibi kemosentezde de organik moleküllerin üretiminde görev alır.

Besinlerini kemosentezle üreten canlılara **kemootrof** denir. Kemootrof canlılar, bulundukları ekosistemlerin üretici organizmalarıdır. Bu canlılarda kemosentez yoluyla üretilen besinler ekosistemlerin de enerji akışının başlangıcını oluşturur. Kemootrofler, klorofil pigmenti bulundurmadıkları için fotootrofler gibi ışık enerjisini kullanmaz. Bu nedenle kemosentez yoluyla besin üretimi, gece gündüz fark etmeksizin her zaman gerçekleşebilir. Bu, kemootrof canlıları fotosentetik ototroflardan ayıran önemli bir özelliktir.

Kontrol Noktası

Çıkış Kartı **Işık enerjisi kullanılmadan besin sentezi (kemosentez) ile ilgili "Çıkış Kartı"ndaki boşlukları doldurunuz.**

Öğrendiğim üç şey: Kemosentez hakkında öğrendiğiniz veya önemli bulduğunuz üç bilgiyi yazınız.

1. .....
2. .....
3. .....

Merak ettiğim iki şey: Kemosentez hakkında merak ettiğiniz veya daha fazla bilgi almak istediğiniz konuyla ilgili iki soru yazınız.

1. .....
2. .....

Anlamakta zorlandığım bir şey: Kemosentez konusunda anlamakta zorlandığınız bir şeyi paylaşınız.

1. .....

BESİNLERDEN ENERJİYE

1.5 SİNDİRİM

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız. Önceki öğrenme yaşantılarınızdan ve her bir soruya vereceğiniz cevaptan hareketle bir kavram haritası oluşturunuz.

Yeşil sebze ve meyveler

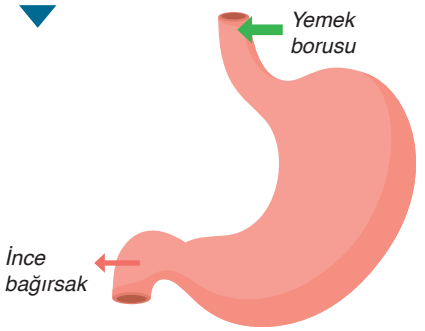
Görseldeki besinler selüloz içerir. Selüloz, bitki hücre duvarının ana bileşenidir ve lifli yapıdadır. İnsanlar selülozu sindiremese de sağlıklı beslenmek için lifli gıdalar tüketmelidir.

1. Görseldeki gibi lifli gıdaların tüketilmesinin insan sağlığına faydaları nelerdir?
2. Besinlerin insan sindirim sisteminde izlediği yol nedir?
3. Sindirilmeyen besinlerin hücre zarından geçmesi mümkün müdür?

Canlıların beslenme şekilleri çok çeşitlidir. Beslenmedeki bu farklılıklar omurgalıların mide yapılarında da kendini gösterir. Örneğin genişleyebilen mideler, öğünler arasında uzun süre yiyecek tüketmeden bekleyebilen etçil omurgalılarda yaygındır. Genişleyebilme özelliği, midenin bir öğünde çok miktarda besin alabilmesini sağlar. Etçil bir hayvan olan köpek tek bölmeli mide yapısına sahiptir *(Görsel 1.13)*. Otçul bir hayvan olan ve geviş getiren koyunda ise mide yapısı dört bölmeden (işkembe, börkenek, kırkbayır, şirden) oluşur *(Görsel 1.14)*. Bu mide yapısında yaşayan çeşitli mikroorganizmaların ürettiği enzimler aracılığıyla pek çok hayvanın sindiremediği selülozun sindirimi gerçekleşir.

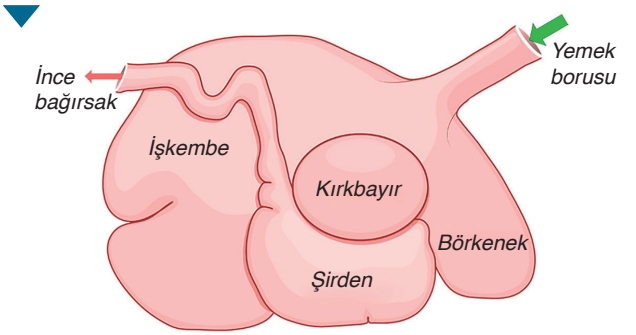
Görsel 1.13

Tek bölmeli mide



Görsel 1.14

Dört bölmeli mide



Bu farklılıkların yanı sıra tüm omurgalılarda mide benzer özellikler de gösterir. Mide besinlerin geçici olarak depolanmasını, fiziksel (mekanik) ve kimyasal sindirimin yapılmasını sağlar. Mide üst kısmından yemek borusuyla, alt kısmından ince bağırsakla bağlantılıdır. Mide duvarının iç kısmında mukus ve sindirim enzimlerini salgılayan hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakası bulunur. Kaslı mide duvarları, besinleri mide öz suyuyla karıştırır. Mide öz suyu HCl (hidroklorik asit), enzim ve mukus salgısı içerir. Besinlerle mideye ulaşan bakteriler, midenin yüksek asidik ortamı sayesinde yok edilir.

5. Etkinlik

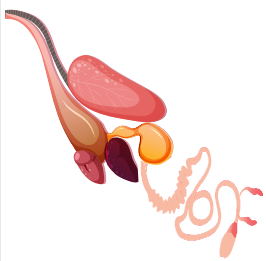
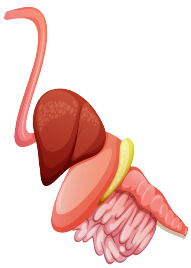
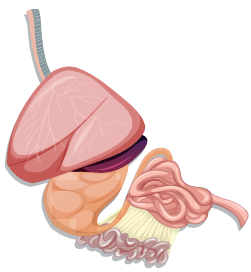
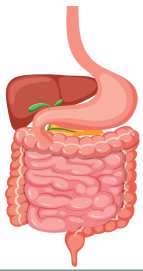
Adı	***Sindirim Sistemlerini Karşılaştırma***
Amaç	*Canlılarda sindirim çeşitlerini ve yapılarını sınıflandırabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda cevaplayacağınız yapılandırılmış grid, öğretmeniniz tarafından* ***Puanlama Anahtarı*** *ile değerlendirilecektir.*

Ağız, Diş ve Sindirim Yapıları

1. *"Sindirim nedir?", "Sindirim nerede ve nasıl gerçekleşir?" sorularını cevaplayınız.*
2. *Bazı omurgalı canlıların ağız, diş yapısı ile sindirim sistemi yapılarına ait aşağıdaki görselleri inceleyiniz (Karekodu okutarak görselleri daha ayrıntılı görebilirsiniz.).*

	Kuş	Kurt	İnek	İnsan
Ağız ve diş yapısı				
Sindirim sistemi yapısı				

3. *Verilen omurgalı canlıların mide ve diş yapılarını karşılaştırarak bulduğunuz sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız.*

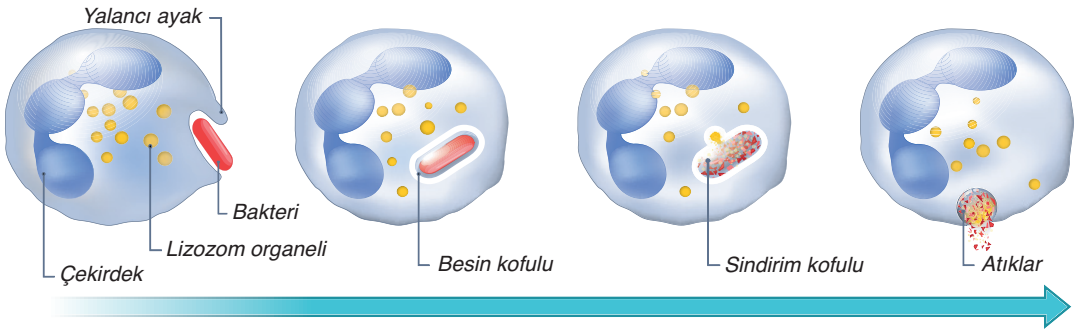
Canlılar	Mide Yapısı	Diş Yapısı
Kuş		
Kurt		
İnek		
İnsan		

4. *Verilen omurgalı canlılarda diş çeşitleri ile beslenme arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.*

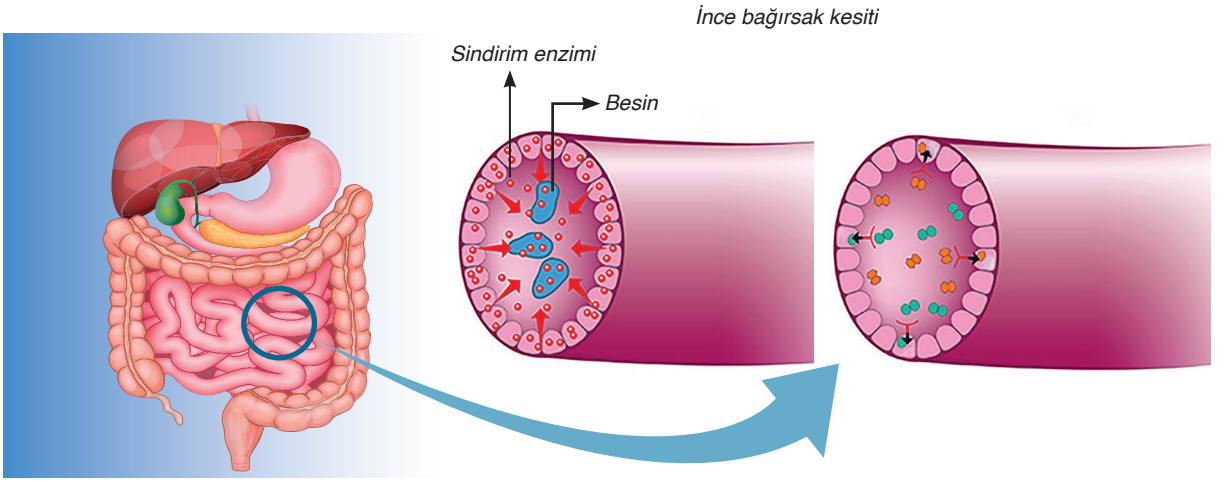
5. *Bağırsak uzunluklarının beslenme tipine göre değişip değişmediğini açıklayınız.*

6. *Aşağıda hücre içi ve hücre dışı sindirimle ilgili verilen görselleri inceleyiniz.*

İnsan akyuvar hücresinin bakteriyi hücre içinde sindirmesi



İnce bağırsak boşluğunda hücre dışı sindirim



7. *Verilen sorular ve görsellerden yararlanarak canlılarda sindirim çeşitlerini (hücre içi ve hücre dışı sindirim) ve sindirim yapılarını kuş, kurt, inek, insan örnekleri üzerinden sınıflandırmak için ölçütler belirleyiniz.*

Sindirim Çeşitlerini Sınıflandırma Ölçütleri	*Sindirim Yapılarını Sınıflandırma Ölçütleri*
.....	.....
.....	.....
.....	.....

8. *Ulaştığınız bilgileri özetleyerek sindirim çeşitlerini ve yapılarını, belirlediğiniz ölçütlere göre (dişlerin yapısı, mide yapısı, bağırsak uzunluğu gibi) ayrıştırınız ve aşağıda boş bırakılan alana yazınız.*

.....

.....

.....

9. *Tanımladığınız ölçütleri kullanarak canlılarda sindirim çeşitleri ve yapılarını sınıftaki arkadaşlarınız ile iş birliği içinde ve saygı çerçevesinde gruplandırınız, aşağıdaki tabloda verilen **Kendi Gruplandırmam** sütununa yazınız.*

10. *Kendi gruplandırmalarınızın bilimsel karşılığını bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bulunuz ve bulduğunuz sonuçlarla kendi gruplandırmalarınızı karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız.*

Canlılar	Kendi Gruplandırmam	Bilimsel Kaynaklardaki Karşılığı
Kuş		
Kurt		
İnek		
İnsan		

11. *Canlılardaki sindirim çeşitlerini ve yapılarını isimlendirerek aşağıda boş bırakılan alana yazınız.*

12. *Yaptığınız gruplandırmaları poster, model ya da uygun web araçlarını kullanarak ve yaratıcılığınızı ortaya koyarak farklı metotlarla sununuz.*

Değerlendirme

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde kuş, kurt, inek ve insandaki sindirim çeşitleri ile sindirimde görevli yapıların özellikleri verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları cevaplayınız (Aynı numaraları bir veya birden fazla sorunun cevabı olarak kullanabilirsiniz.).

1. Hücre içi sindirim	2. Kesici dişler	3. Dört bölmeli mide	4. Kaslı mide
5. Öğütücü dişler	6. Hücre dışı sindirim	7. Uzun bağırsak	8. Kısa bağırsak
9. Etçil beslenme	10. Otçul beslenme	11. Etçil ve otçul beslenme	12. Tek bölmeli mide

a) Hangisi/hangileri insan ve inekte ortak olarak bulunur? (.....)

b) Hangisi/hangileri sadece inekte bulunur? (.....)

c) Hangi yapılar beslenme şekline göre farklılık gösterebilir? (.....)

ç) Hangi sindirim çeşidi sayesinde doğada çürüme/kokuşma gerçekleşir? (.....)

d) Hangileri kuş, kurt, inek ve insanda ortak olarak bulunur? (.....)

Yapılandırılmış Grid Puanlama Anahtarı

Sindirim

Canlının dış ortamdan besinleri alma ve kullanma sürecine **beslenme** adı verilir. Bu süreç, ototroflar ve heterotroflar arasında farklılık gösterir. Ototrof canlılar, kendi besinlerini üretme yeteneğine sahiptir. Bu canlılarda inorganik maddelerin organik bileşiklere dönüştürülmesi fotosentez veya kemosentezle gerçekleşir. Heterotrof canlılar ise kendi besinlerini üretme yeteneğine sahip olmadığı için bu canlılarda enerji ihtiyacı dışarıdan organik maddeler alınarak karşılanır.

Karbohidrat, yağ, protein gibi büyük moleküllü besin maddelerinin kendilerini oluşturan yapı taşlarına parçalanarak hücre zarından geçebilecek hâle gelmesine **sindirim** denir. Hayvanlar, enerji üretimi ve biyosentez süreçlerini sürdürebilmek için beslenmek zorundadır. Tüketilen besinlerin vücutta işlenmesi gerekir. Bu süreç besinlerin alınması, sindirim, emilim ve atıkların uzaklaştırılması şeklinde gerçekleşir.

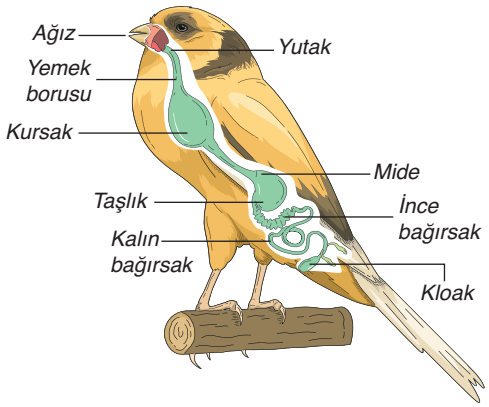
Sindirim mekanik ve kimyasal sindirim olmak üzere iki çeşittir. **Mekanik sindirim** besinlerin fiziksel olarak küçük parçalara ayrılmasıdır. Örneğin ağızda dişlerle çiğneme ve midedeki kas hareketleriyle besinlerin ezilmesi, yağların safrayla küçük damlacıklara ayrılması mekanik sindirimdir. Mekanik sindirimde enzimler kullanılmaz. Mekanik sindirimle küçük parçalara ayrılan besinler kimyasal sindirime uğrar. **Kimyasal sindirim** büyük moleküllü besinlerin hidrolizle yapı taşlarına ayrışmasıdır. Hidroliz için su ve enzimler gereklidir. Sonuçta karbohidratlar monosakkaritlere, yağlar gliserol ve yağ asitlerine, proteinler de amino asitlere parçalanır. Kimyasal sindirim gerçekleştiği yere göre **hücre içi** ve **hücre dışı sindirim** olmak üzere ikiye ayrılır.

Hücre İçi Sindirim: İnsan akyuvar hücrelerinde, amip ve öglena gibi tek hücreli canlılarda, süngerlerde görülen sindirim biçimidir. Bu sindirimde besinler, hücre zarı tarafından koful oluşturularak endositozla hücreye alınır. Koful ile lizozom birleşir. Lizozomdaki enzimler, besinleri yapı taşlarına kadar parçalar. Sindirim sonucu oluşan glikoz, amino asit, yağ asidi gibi besin yapı taşları koful zarından hücre sitoplazmasına geçer. Bu aşamadan sonra koful içinde bulunan atıklar, ekzositozla hücre zarından dışarı atılır. İnsanda akyuvar hücrelerinin mikroorganizmaları yok etmesi ve karaciğerdeki Kupffer (Kupfer) hücrelerinin yaşlanmış alyuvarları parçalaması hücre içi sindirime örnektir.

Hücre Dışı Sindirim: Çürükçül canlılarda; salyangoz, denizkestanesi gibi bazı omurgasızlarda ve omurgalılarda görülen sindirim biçimidir. Hücre dışı sindirimde büyük moleküllü besinler hücreden salgılanan enzimler yardımı ile hücre dışında sindirilerek oluşan küçük besinler aktif ya da pasif taşımayla hücre içine alınır. Hayvan türlerinin birçoğunda hidroliz, büyük ölçüde hücre dışı sindirimle gerçekleşir. Bu hayvanlarda hücre dışı sindirim, vücudun içerisinde yer alıp dışarıyla bağlantısı devam eden bölümlerde besinlerin parçalanması ile sağlanır. Hayvanların sindirim enzimlerinin kendi hücre ve dokularını sindirmesini önlemek için özelleşmiş kısımlar gelişmiştir. Bu kısımlar sindirim sistemini oluşturur. Gelişmiş vücut yapısına sahip hayvanlarda ağızda başlayıp anüste sonlanan ve iki açıklığı olan sindirim kanalı bulunur. Ağızdan alınan besinler sindirim kanalı boyunca hareket ederek, kademeli olarak sindirilir ve emilim gerçekleşir.

Canlılarda Sindirim Yapıları

Omurgalı hayvanların genellikle ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince ve kalın bağırsaktan oluşan sindirim sistemleri vardır.



Görsel 1.15
Kuşlarda sindirim sistemi

Omurgalıların sindirim sistemleri birbirine benzer olsa da ağız, çene, diş, mide, ince bağırsak gibi yapılarında farklılıklar bulunur. Örneğin kuşlarda diş bulunmaz. Ağız gaga şeklindedir. Kuşlarda ağız, yutak, yemek borusu, kursak, mide, taşlık, ince bağırsak, kalın bağırsak ve kloak adı verilen açıklıktan oluşan bir sindirim kanalı vardır *(Görsel 1.15)*. **Kloak**; bazı canlı gruplarında sindirim, üreme ve boşaltım sistemlerinin dışarıya açıldığı ortak bir açıklıktır.

Kuşlarda gaga ile alınan besinler, yemek borusundan kursağa iletilir ve burada yumuşatılır. Daha sonra midede kimyasal sindirim başlar, taşlıkta ise besinler mekanik olarak öğütülür. Sindirilen besinlerin kimyasal parçalanması ve yapı taşlarının emilimi ince bağırsakta gerçekleşir.

Memelilerin sindirim sistemi, tükettikleri besin türlerine göre farklılık gösterir. Bu farklılıklar özellikle dişler, mide ve bağırsakta görülür.

Diş Adaptasyonları

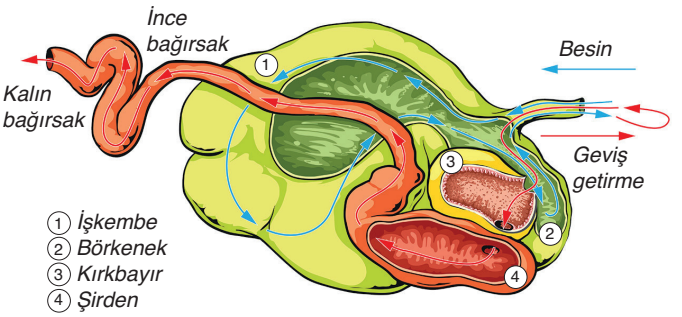
Etçil (Karnivor)	Otçul (Herbivor)	Hepçil (Omnivor)
Etçiller (karnivor) -örneğin köpek ve kedi ailesine mensup hayvanlar- genellikle büyük, sivri, kesici dişlere ve köpek dişlerine (kanin) sahiptir. Bu dişler, etçillerin avlarını yakalayıp öldürmelerine ve et parçalarını koparıp kesmelerine yardımcı olur. Ayrıca azı dişleri tırtıklı yapıları sayesinde besinleri ezip parçalar.	Otçullar (herbivor) -örneğin atlar ve geyikler- geniş ve çıkıntılı yüzeyleri olan azı dişlere sahiptir. Bu dişler sert bitkisel besinleri öğütmek için özelleşmiştir. Kesici dişler ve köpek dişleri genellikle bitki parçalarını koparmak için uyarlanmıştır. Bazı otçul türlerinde köpek dişleri bulunmayabilir.	Hepçiller (omnivor) -örneğin insan, ayı ve fare- hem bitkisel hem de hayvansal besinleri tüketmeye uyum sağlamıştır. Yetişkin bir insanın ağzında toplam 32 diş bulunur. Ağzın her iki yanında önden arkaya doğru sırasıyla dört kesici diş (ısırmak için), iki köpek dişi (koparmak için), dört azı dişi (öğütmek için) ve altı büyük azı dişi (ezmek için) yer alır.

Kesici dişler
Azı dişleri
Köpek dişleri

Mide ve Bağırsak Adaptasyonları

Memelilerin sindirim organlarının boyutları beslenme şekillerine göre farklılık gösterir. Etçillerin mide ve bağırsakları, protein ve yağ bakımından zengin hayvansal besinleri sindirmeye uygun olacak şekilde daha kısa ve basit bir yapıdadır. Bu sindirim sistemi yapısı, bu besinlerin hızlıca parçalanmasını ve vücut tarafından kolayca emilmesini sağlar.

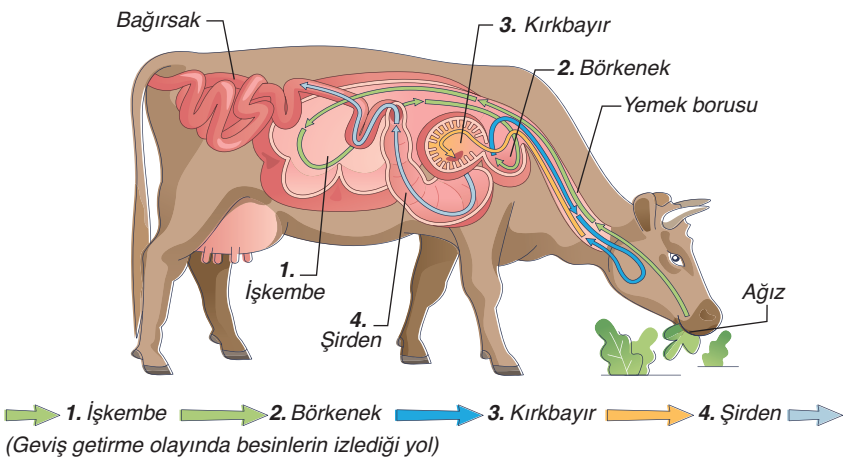
Görsel 1.16
Geviş getiren memelilerde dört bölmeli mide



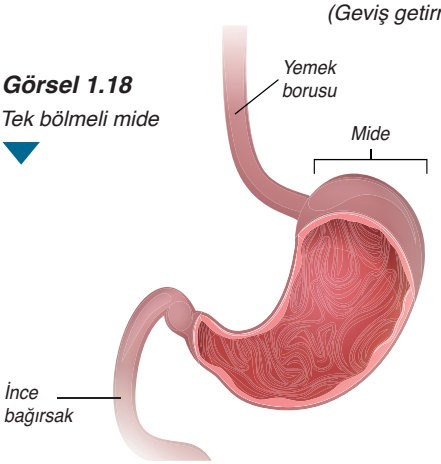
Beslenmeye bağlı en belirgin değişiklik geyik, koyun, inek gibi otçulların mide yapılarında görülür. Geviş getiren memelilerden biri olan ineklerde mide; işkembe, börkenek, kırkbayır ve şirden olmak üzere dört bölümden oluşur *(Görsel 1.16)*.

Çiğnenmiş besinler, işkembe ve börkenekte geçici olarak depolanır. Diğer hayvanlarda olduğu gibi otçullarda da selüloz sindirilemez. İşkembe ve börkenek içinde bulunan mikroorganizmalardan salgılanan enzimler sayesinde bitkisel besinlerdeki selüloz sindirilir. Daha sonra besinler börkenekten ağza tekrar getirilerek yeniden çiğnenir. Bu olaya **geviş getirme** denir *(Görsel 1.17)*. Besinler, geviş getirildikten sonra tekrar yutularak kırkbayıra ve daha sonra şirdene gönderilir. Kırkbayırda besinlerdeki suyun büyük bir kısmı uzaklaştırılır. Şirdende ineğin kendi enzimleri ile sindirim devam eder. Besinler kısmen sindirilmiş olarak ince bağırsağa geçer, burada sindirim tamamlanır ve besinlerin emilimi gerçekleşir.

Görsel 1.17
Geviş getirme olayı



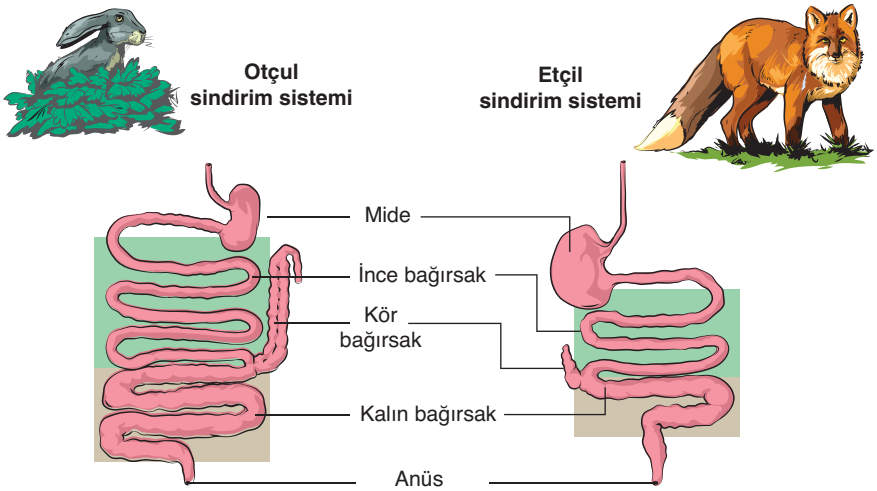
Görsel 1.18
Tek bölmeli mide



Tavşan, eşek, katır, at gibi geviş getirmeyen otçul memelilerin mideleri tek bölmelidir. Bu hayvanların kör bağırsağında selülozu sindiren mikroorganizmalar bulunur. İnsanlar, bazı maymun türleri ve etçil memeliler de tek bölmeli mideye sahiptir *(Görsel 1.18)*. Bu canlıların sindirim sistemlerinde selülozu sindirecek enzimleri üreten bakteriler bulunmadığından selüloz sindirimi gerçekleşmez.

Beslenme şeklindeki farklılık, sindirim kanalının uzunluğunda da belirgin olarak görülür. Otçul ve hepçillerin sindirim kanalları, vücut boyutlarına göre etçillerden daha uzundur. Otçul olan tavşan ile etçil olan tilki karşılaştırıldığında tavşanın boyutuna göre daha uzun bağırsağa sahip olması bu duruma örnek gösterilebilir *(Görsel 1.19)*. Bitkisel besinler selüloz içerdiğinden bu besinlerin sindirimi ete oranla daha zordur. Otçul canlılarda sindirim kanalının uzun olması, sindirim için onlara daha fazla zaman kazandırır ve besin maddelerinin emilimi için daha geniş yüzey alanı sağlar.

Canlılarda Sindirim Çeşitleri ve Sindirim Yapıları



Görsel 1.19
Otçul ve etçil memelilerin sindirim kanallarındaki uzunluk farkları

Kontrol Noktası

Aşağıdaki tabloda yer alan canlıların sindirim çeşitleri ve yapılarını inceleyerek öğrendiğiniz bilgileri kontrol ediniz.

Canlılarda Sindirim Çeşitleri ve Yapıları

Omurgalı Canlı Türü	Sindirim Çeşidi	Mide Yapısı	Diş Yapısı	Beslenme Tipi	Bağırsak Uzunluğu
İnsan	Hücre içi ve hücre dışı sindirim	Tek bölmeli mide	Karma bir diş yapısına sahiptir. Kesici dişler, azı ve köpek dişleri bulunur.	Hem etçil hem otçul	Uzun
Kurt	Hücre içi ve hücre dışı sindirim	Tek bölmeli mide	Kesici dişler, azı ve köpek dişleri bulunur.	Etçil	Kısa
İnek	Hücre içi ve hücre dışı sindirim	Dört bölmeli mide	Kesici dişler, azı dişleri bulunur.	Otçul	Uzun
Kuş	Hücre içi ve hücre dışı sindirim	Kursak, mide, taşlık	Diş yoktur.	Etçil veya otçul	Kısa

1.6 İNSANDA SİNDİRİM

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

1984 yılındaki Dünya Satranç Şampiyonası, Rus yarışmacı Anatoli Karpov'un (Anotoliy Karpov) endişe verici düzeyde zayıflaması nedeniyle aniden iptal edilmişti. Beş ay süren mücadele ve onlarca maç sonrasında Karpov, 10 kilogram kaybetmişti. O zamandan bu yana hiçbir satranç yarışmacısı bu denli büyük bir kütle kaybı yaşamamış olsa da üst düzey oyuncuların günde yaklaşık 6.000 kalori yakabildikleri belirtiliyor. Hem de yerlerinden bile kalkmadan!

Daha çok düşünmenin harcanan kalori düzeyine etkisini ölçmeye çalışan bilim insanları bir deney tasarladılar. Katılımcılardan bulmaca çözmek gibi yoğun zihinsel aktivite gerektiren ya da bir düğmeye tekrar tekrar basmak gibi beyni daha az yoran görevleri yerine getirmelerini istediler. Yoğun zihinsel aktivite gerektiren görevleri yerine getiren katılımcılarda kandaki glikoz düzeyinin daha fazla düştüğü gözlendi. Zihinden çarpma işlemi yapmak gibi yoğun düşünsel süreçler deneyimleyen katılımcıların beyin taramalarındaysa beyne alınan glikoz düzeyinde artış gözlendi.

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Satrançta üst düzey oyuncuların günde yaklaşık 6.000 kalori yakabilmeleri nasıl açıklanabilir?
2. Yüksek enerjiye ihtiyacı olan organlarda bu enerji öncelikli olarak hangi besinlerden karşılanır?
3. İnsan vücudunda enerji eldesi nasıl gerçekleşir?

Su arıtma tesislerinde içme sularının kirleticilerden arındırılarak tekrar şebeke suyuna verilme süreci, sindirilen besinlerin emilimi ve taşınması ile ilişkilendirilebilir. Su arıtma sürecinde önce büyük ve katı atıklar sudan ayrıştırılır, ardından daha küçük kirleticiler filtreleme yöntemleriyle uzaklaştırılır. Temizlenen su, son aşamada dezenfekte edilerek şebekeye verilmek üzere borular aracılığıyla dağıtılır. Benzer şekilde insan vücudunda da besinler, ağızdan alındıktan sonra sindirim sisteminde belirli aşamalardan geçer.

Öncelikle besinler, mekanik ve kimyasal sindirimle daha küçük parçalara ayrılır. Tükürük, mide ve bağırsaklardan salgılanan enzimler ve sindirim sıvıları besinlerin kimyasal sindiriminde görev alarak onları daha küçük moleküllere ayırır. Bağırsaklarda sindirilmiş ve sindirilmemiş besinler bir arada bulunur. Sindirilen besinler, bağırsaklardan emilerek dolaşım sistemine geçer. Kan damarları yoluyla vücutta gerekli organ ve dokulara taşınır. Besinlerin sindirilmeyen kısımları ise dışarı atılır.

Bu benzerlik, hem su arıtımında hem de sindirim sürecinde karmaşık yapıların aşamalı olarak ve işlenerek kullanılabilir hâle getirildiğini gösterir. Her iki süreç de aşamalar içeren sistematik bir düzen içinde işler.

6. Etkinlik

Adı	***İnsanda Enerji Eldesi İçin Sindirim, Emilim ve Taşınma Süreçleri Performans Görevi***
Amaç	*İnsanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliği ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Bu performans görevinde sizlerden insanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerine ilişkin bir broşür oluşturmanız beklenmektedir.*
- *Performans görevi sonunda oluşturacağınız broşür **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek performans görevini gerçekleştiriniz.*

1. *Öğretmeninizrehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*
   - *"Vücutta su, ilaç, vitamin, karbohidrat, yağ, protein gibi moleküllerin sindirimi, emilimi ve taşınması nasıl gerçekleşir?" ve "Vücutta emilim süreci için hangi adaptasyonlar gelişmiştir?" soruları üzerinden sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini düşününüz.*
   - *Soruların cevaplarını grup içinde tartışarak sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini açıklayınız.*
2. *Bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynakları araştırarak besinlerden enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliğine ilişkin bilgi toplayınız.*
3. *Topladığınız bilgileri ya da verileri grafik, tablo, diyagram vb. görsel iletişim uygulamalarından seçtiğiniz birine dönüştürünüz.*
4. *Öğretmeninizrehberliğinde topladığınız bilgileri gruplandırarak, bilgi veya veri setlerini düzenleyip analiz ediniz.*
5. *Topladığınız ve kaydettiğiniz bilgilerden hangilerini kullanacağınıza karar veriniz.*
6. *Bu bilgilerden hareketle emilim ve taşıma süreçleri ile enerji eldesi arasındaki ilişkileri belirleyiniz.*
7. *Topladığınız bilgilere dayanarak ve bu bilgileri yorumlayarak sindirim sistemi süreçlerinin nasıl çalıştığını değerlendiriniz.*
8. *Bu süreçlerin vücudun sağlıklı bir şekilde çalışması için neden önemli olduğunu düşününüz.*
9. *Bilgi toplama sürecinde elde ettiğiniz bilgileri kullanarak insanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerine ilişkin varsayım ve önermede bulunacağınız; benzerlik veya farklılıkları yansıtacak örüntü oluşturarak karşılaştırma ve değerlendirme yapacağınız bir broşür hazırlayınız.*

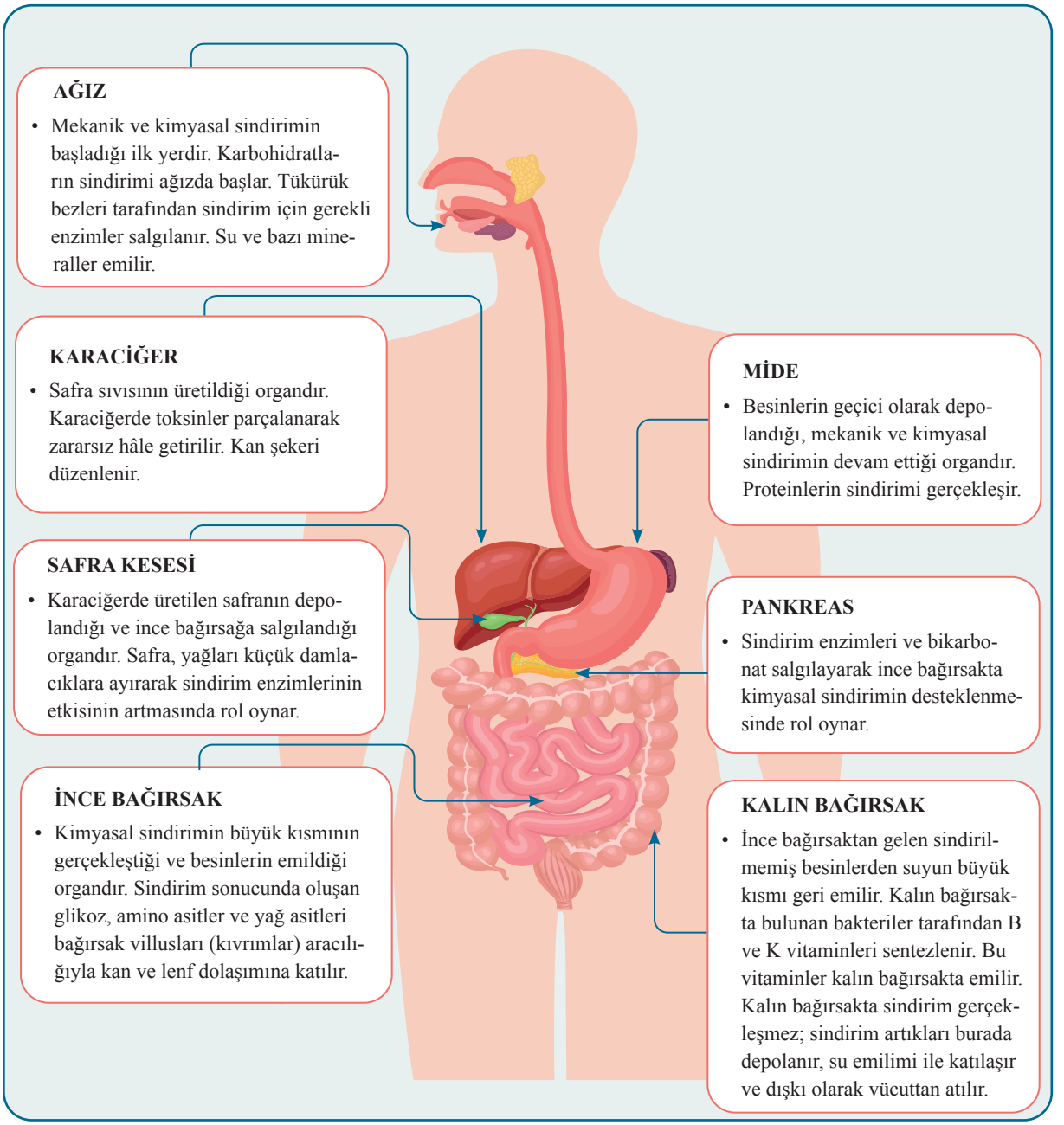
Değerlendirme

Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

İnsanda Sindirim

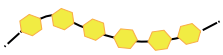
İnsanda sindirim sistemi, sindirim kanalı ve yardımcı organlardan oluşur *(Görsel 1.20)*. Boru şeklinde olan sindirim kanalı; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten meydana gelir. Sindirim sistemi besinlerin ağız yoluyla alınıp, mekanik ve kimyasal sindirim süreçlerinden geçirilerek küçük parçalara ayrılmasını sağlar. Bu süreçte besin maddeleri ince bağırsakta emilir ve vücuda gerekli olan besin ögeleri kana geçer. Kullanılmayan artıklar ise vücuttan atılır. Sindirime yardımcı organlar olan karaciğer, pankreas ve safra kesesi sindirim sürecini destekleyerek besinlerin daha etkili bir şekilde sindirilmesine ve emilmesine katkıda bulunur. Birbiriyle koordineli çalışan bu organlar aracılığıyla sindirim sisteminin verimli bir şekilde işleyebilmesi sağlanır.

Görsel 1.20
İnsanda sindirim sistemi



Besinlerin kimyasal sindirimi ağız, mide ve ağırlıklı olarak ince bağırsakta gerçekleşir. Kimyasal sindirim ile polisakkaritler ve disakkaritler, basit şekerlere; proteinler, amino asitlere; nötral yağlar ise yağ asitlerine ve gliserole parçalanır *(Tablo 1.2)*.

Tablo 1.2: Besinlerin Kimyasal Sindirim Bölgeleri ve Yapı Birimleri

Besinler	Sindirim Bölgesi	Yapı Birimleri
 *Karbohidratlar*	*-Ağız* *-İnce bağırsak*	*Monosakkaritler*
Proteinler	*-Mide* *-İnce bağırsak*	*Amino asitler*
Nötral yağlar	*-İnce bağırsak*	*Gliserol* *Yağ asitleri*

İnce bağırsakta besinlerin sindiriminde pankreastan salgılanan pankreas öz suyu ile karaciğerden salgılanan safra sıvısı da görev alır. Pankreas salgıları, pankreasta üretildikten sonra bir kanalla ince bağırsağın başlangıç kısmına dökülür. Pankreas salgıları, bikarbonat iyonları açısından zengin bir çözeltidir ve mideden ince bağırsağa geçen asitli mide içeriğini nötralize eder. Bu salgılar; aynı zamanda yağ, karbohidrat, nükleik asit ve proteinleri sindiren enzimleri de içerir.

Karaciğerde üretilen safra salgısı, safra kesesinde depolanır. Safra salgısı, bir kanalla safra kesesinden ince bağırsağın başlangıç kısmına dökülür. Safranın içeriğinde su, bikarbonat iyonları, safra tuzları, kolesterol, yağ asitleri ve bilirubin bulunur. Safrada sindirim enzimi bulunmaz. Safra tuzları, besinlerdeki yağ damlacıklarının daha küçük parçalara ayrılmasını sağlar. Ayrıca safra, yağda çözünen vitaminlerin emilmesini kolaylaştırır.

Karbohidratların kimyasal sindirimi ağızda salgılanan tükürükle başlar. Tükürükte bulunan enzimle bitkisel depo polisakkarit olan nişasta ve hayvansal depo polisakkarit olan glikojen küçük polisakkaritlere ve maltoza parçalanır. Midenin asidik ortamı besinlerle gelen enzimin aktivitesini durdurduğu için ağızdan mideye geçen karbohidrat içerikli besinler midede sindirilmez. Ağızda başlayan karbohidrat sindirimi, pankreastan salgılanan enzim ile ince bağırsakta devam eder. Pankreastan salgılanan ve tükürüktekinden daha etkili olan karbohidrat enzimi ile ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojen, ince bağırsakta hidroliz edilerek maltoz ve diğer küçük polisakkaritlere parçalanır. İnce bağırsağın epitel hücrelerinden salgılanan enzimler aracılığıyla disakkaritler ve glikoz polimerleri yapı taşlarına ayrılır. Böylece karbohidratların sindirimi ince bağırsakta tamamlanmış olur.

Proteinlerin kimyasal sindirimi midede başlar. Mide öz suyu içinde bulunan HCl, ortamın pH değerini düşürerek ve proteinlerin üç boyutlu yapısını bozarak denatüre eder. Denatüre olmuş proteinler, sindirim enzimlerinin etkisine daha açık hâle gelir.

HCl ile proteinlerin sindiriminde görev alan enzim aktifleşir. Bu enzim sayesinde proteinler küçük polipeptitlere dönüştürülür. Midede yüksek asit ortamı ve sindirim enzimleri olmasına rağmen mide bunlardan zarar görmez. Çünkü midenin iç duvarını kaplayan hücrelerin salgıladığı mukusla mide iç duvarının sindirilmesi engellenmiş olur. Mideden ince bağırsağa geçen küçük polipeptitler, pankreastan salgılanan öz suyun içinde bulunan sindirim enzimleri ile hidroliz edilerek daha küçük polipeptitlere dönüştürülür. Bu polipeptitler, ince bağırsak epitel hücrelerinden salgılanan sindirim enzimleri ile amino asitlere ayrılır. Böylece proteinlerin sindirimi ince bağırsakta tamamlanmış olur.

Yağların sindirimi, ince bağırsakta karaciğerden salgılanan safra sıvısı ile yağların daha küçük yağ damlacıklarına dönüşmesiyle başlar. Böylece yağların sindiriminde görev alan enzimlerin etki edeceği yüzey alanı artar. Pankreastan salgılanan öz suyun içinde bulunan sindirim enzimi, yağ damlacıklarını hidroliz ederek yağ asitleri ve gliserole parçalar. Yağların sindirimi ince bağırsakta tamamlanmış olur.

Sindirim kanalında karbohidrat, protein ve yağların kimyasal sindirimi aşağıda gösterilmiştir *(Tablo 1.3)*.

Tablo 1.3: Sindirim Kanalında Karbohidrat, Protein ve Yağların Kimyasal Sindirimi

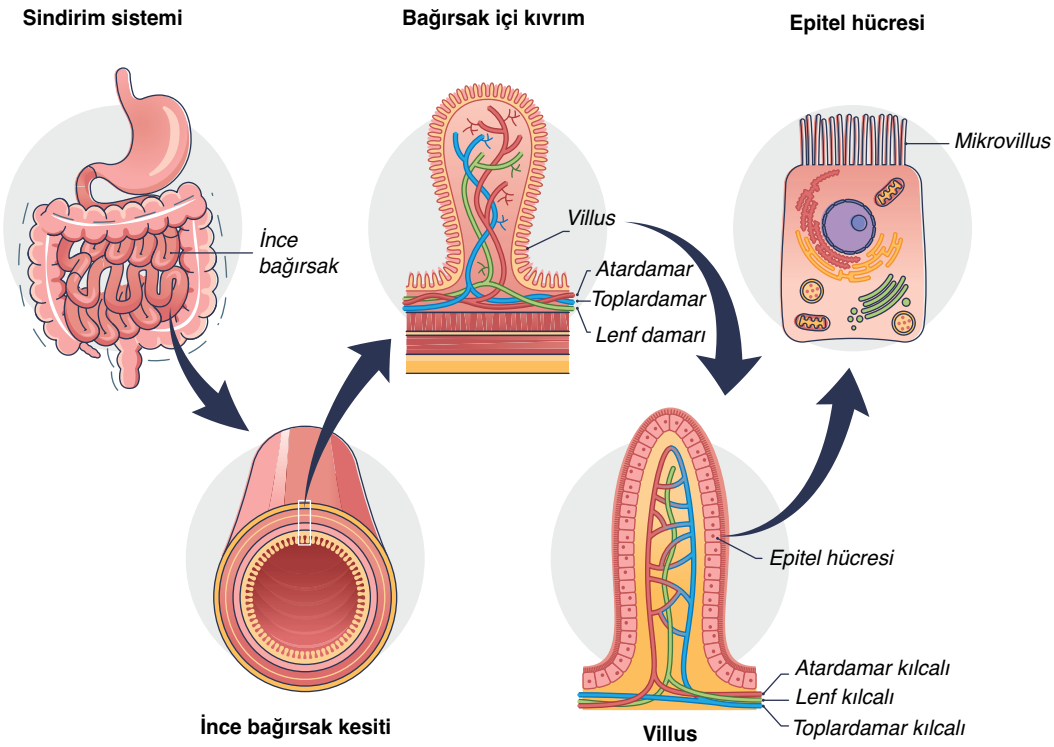
	Karbohidrat Sindirimi	Protein Sindirimi	Yağ Sindirimi
Ağız Boşluğu	Polisakkaritler (nişasta, glikojen) → Enzim → Küçük polisakkaritler ve maltoz		
Mide		Proteinler → Enzim → Küçük polipeptitler	
İnce Bağırsak (Pankreas enzimleri)	Ağızda sindirilmemiş polisakkaritler → Enzim → Disakkaritler	Küçük polipeptitler → Enzim → Daha küçük polipeptitler → Enzim → Küçük peptitler, amino asitler	Yağlar → Safra sıvısı → Küçük yağ damlacıkları → Enzim → Yağ asitleri ve gliserol
İnce Bağırsak (İnce bağırsak epitel enzimleri)	Disakkaritler → Enzim → Monosakkaritler	Küçük peptitler → Enzim → Amino asitler	

İnsanda Emilim ve Taşınma

Sindirilmiş besinlerin sindirim kanalından kana geçişine **emilim** denir. Sindirilmiş besinler, su, mineraller ve iyonlar; sindirim kanalının ağız, mide, ince bağırsak ve kalın bağırsak bölümlerinden emilebilir. Bu emilimin büyük bir bölümü ince bağırsağın orta ve son kısmında gerçekleşir.

İnce bağırsağın iç yüzeyinde parmak şeklinde ve çıkıntılar hâlinde bulunan villusların iç kısmında kılcal kan damarları ile lenf kılcalları bulunur. Villusları oluşturan her bir hücrenin bağırsak iç yüzeyine (boşluğuna) bakan kısmında bulunan fırça şeklindeki sitoplazmik uzantılara **mikrovillus** denir *(Görsel 1.21)*.

Görsel 1.21
İnce bağırsakta villus ve mikrovilluslar



Bağırsak iç yüzeyinin bağırsak boşluğuna doğru oluşturduğu kıvrımlar, villus ve mikrovilluslar gibi yapıları içerir ve bu yapılar, bağırsak yüzey alanını büyük ölçüde artırır. Bu geniş yüzey alanı, sindirilmiş besin maddelerinin etkin bir şekilde emilmesinde önemli bir rol oynar. İnce bağırsağın yüzey alanı, bu kıvrımlar sayesinde yaklaşık 200-300 m²ye ulaşır. Yüzey alanının bu kadar büyük olması, besinlerin emilimini daha verimli hâle getiren bir yapısal özelliktir.

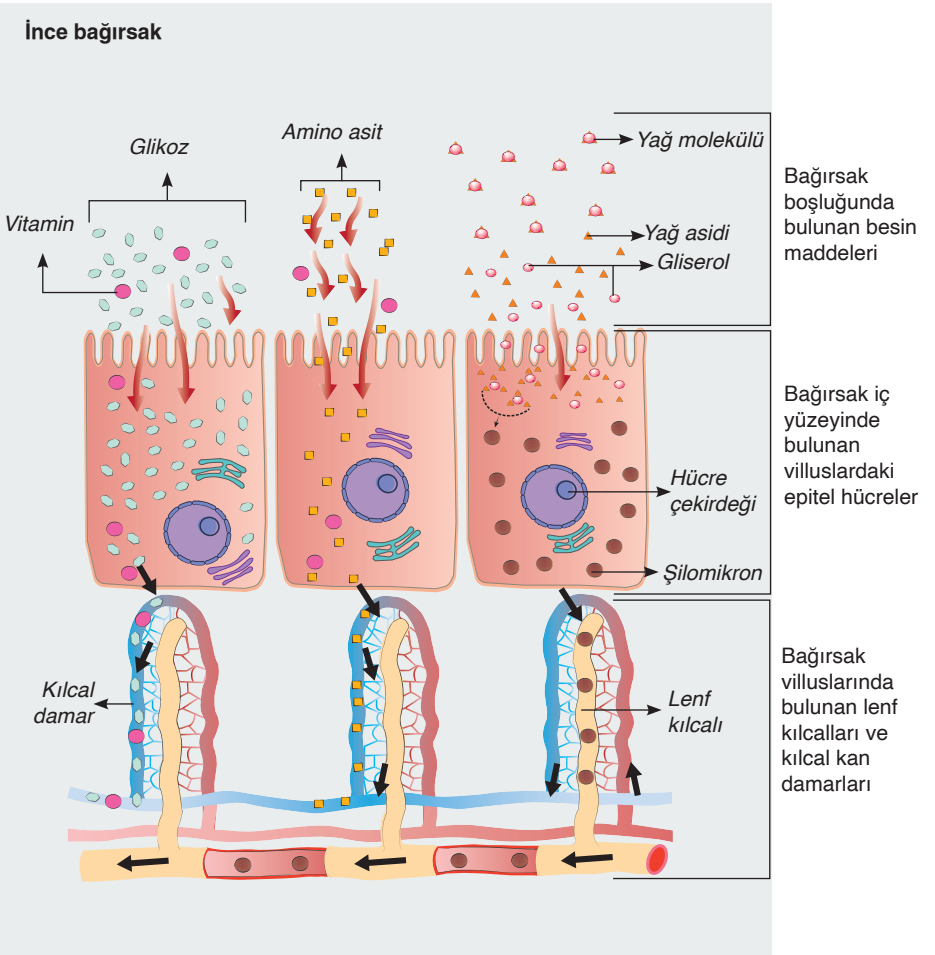
İnce bağırsaktan emilim, yoğunluk farkına bağlı olarak pasif veya aktif taşımayla gerçekleşir. Glikoz, amino asitler, vitaminler (özellikle B ve C vitaminleri), su ve mineraller öncelikle bağırsak boşluğundan epitel hücrelerine geçer. Daha sonra villusların iç kısmında bulunan kılcal damarlarla emilir.

Sindirim, Emilim ve Taşınma

Ek Bilgi

Lenf dolaşımı, vücutta sıvı dengesi ve bağışıklığın korunmasında önemli rol oynayan bir sistemdir. Bu sistem, dokularda biriken fazla sıvıyı toplar ve yeniden kana kazandırır. Aynı zamanda bağışıklık hücrelerinin taşınmasında görev alarak enfeksiyonlara karşı koruma sağlar.

Yağların sindirilmesiyle oluşan yağ asidi ve gliserol, bağırsak epitel hücrelerine geçtikten sonra tekrar trigliseritler hâline getirilir. Protein ve kolesterolle kaplanan trigliseritler, **şilomikron** adı verilen yapıyı oluşturur. Şilomikronlar önce villusun iç kısmında bulunan lenf kılcallarına, daha sonra da kan dolaşımına katılır. Yağda çözünen A, D, E ve K vitaminleri de ince bağırsaktan emilerek lenf yoluyla taşınır.



Görsel 1.22
İnce bağırsakta besinlerin emilimi

Kalın bağırsakta minerallerin (elektrolitlerin) ve suyun emilimi gerçekleşir. Ayrıca kalın bağırsakta yaşayan bakteriler tarafından üretilen K ve B vitaminleri de kalın bağırsaktan emilir. Suyun emilimi ozmoz ile, minerallerin emilimi ise pasif veya aktif taşıma ile gerçekleşir. Kalın bağırsakta suyun emilimi gerçekleştikten sonra sindirilmeyen katı atıklar, dışkı olarak anüsten dışarı atılır.

Doğrudan bağırsak kılcallarına emilen besinler, kan yoluyla öncelikle karaciğere gider. Karaciğere giden besin maddeleri vücuda dağılmadan önce birtakım değişikliklere uğratılır. Ayrıca besinlerle alınmış bazı zehirli maddelerin tüm vücuda dağılmadan karaciğerde dönüştürülmesi sağlanır. Besin açısından zengin kan, karaciğerden sonra kalbe gider ve oradan tüm vücuda dağıtılır. Böylece besin maddeleri enerji üretiminde veya yapı malzemesi olarak kullanılmak üzere hücrelere ulaştırılmış olur.

İlaçlar sindirim sisteminin farklı bölümlerinden (ağız, mide, bağırsak vb.) emilebilir. İlaç emiliminin doğru gerçekleşebilmesi için bazı ilaçların aç karnına

veya farklı besin gruplarıyla alınması gerekebilir. Bu nedenle ilaçları doktorun önerdiği şekilde kullanmak önemlidir.

Besinlerden Enerji Elde Etme Yolları

Karbohidrat, yağ, protein gibi moleküllerin sindirimi, emilimi ve taşınması vücudun sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için önemlidir. Çünkü hücrelerdeki metabolik faaliyetler için gereken enerji, organik besinlerden elde edilir. İnsanlarda beslenme yoluyla vücuda alınan besinler, sindirim sisteminde daha küçük bileşenlere ayrılarak dolaşım sistemi aracılığıyla hücrelere taşınır. Hücrelerde bu besin maddeleri farklı biyokimyasal süreçlerde kullanılır. Bu süreçlerden biri de hücresel solunum ile ATP üretimidir. Üretilen ATP, hücrelerde gerçekleşen metabolik olaylarda kullanılır.

Kontrol Noktası

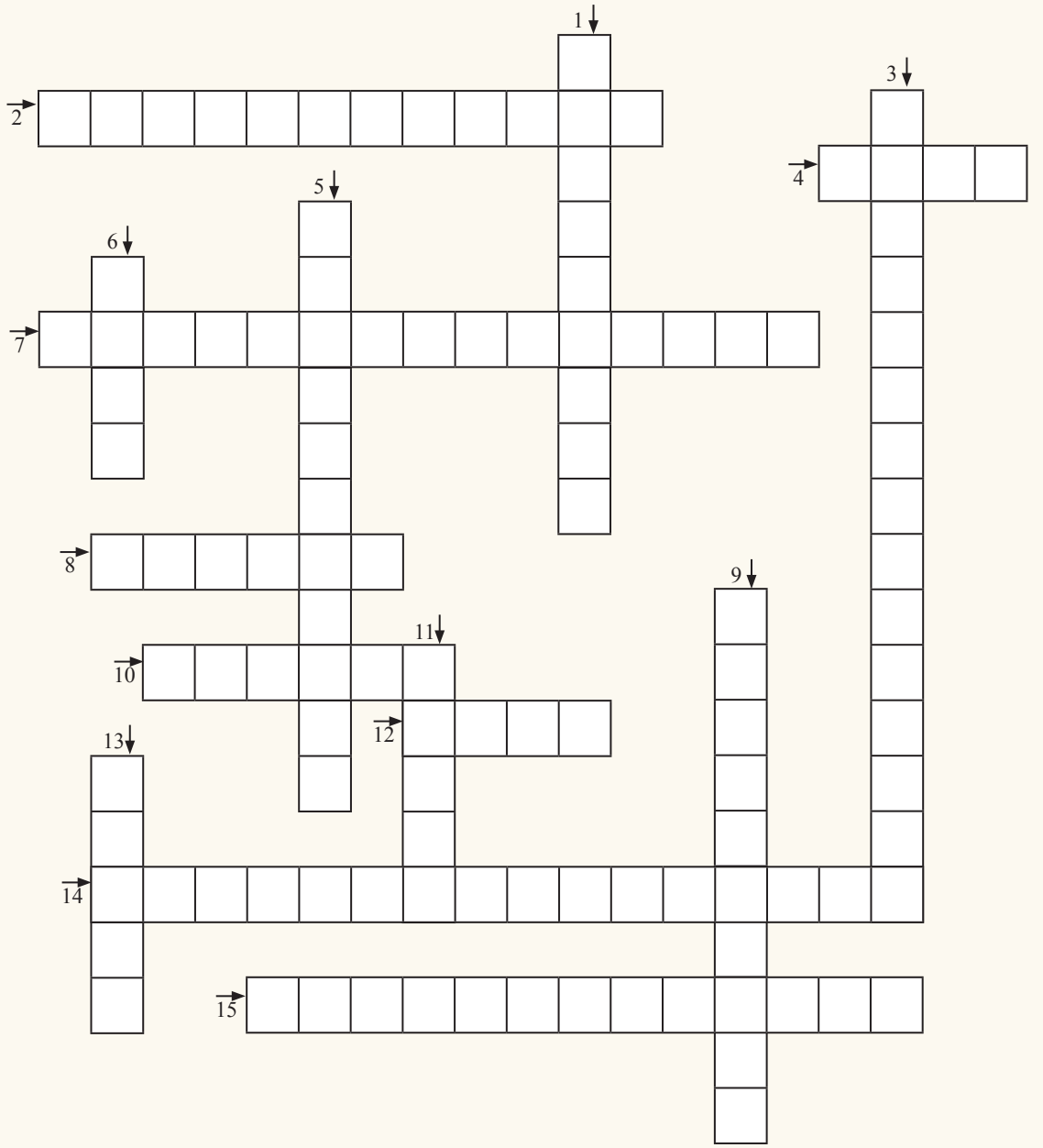
Aşağıdaki soruların cevaplarını ilgili yere yazarak bulmacayı tamamlayınız.

Soldan Sağa

2. İnsan vücudunda yağların sindiriminin başlayıp tamamlandığı yer.
4. Yağlar ve yağda eriyen vitaminlerin sindirimden sonra, kan dolaşımına katılmadan önce taşınma yolu.
7. Mide öz suyu içinde bulunan, ortamın pH değerini düşürdüğü için proteinlerin denatürasyonuna sebep olan kuvvetli asit.
8. Sindirilen besinlerin ince bağırsaktan dolaşım sistemine geçmesi.
10. İnce bağırsağın iç duvarlarında bulunan ve yüzey alanını artıran küçük çıkıntılar.
12. İnsan vücudunda karbohidratların sindirime uğradığı ilk yer.
14. Besinlerdeki büyük moleküllerin enzimler yardımıyla yapı taşlarına ayrılmasını sağlayan sindirim çeşidi.
15. B ve K vitaminlerinin üretilip emiliminin gerçekleştiği yer.

Yukarıdan Aşağıya

1. Emilmiş besin maddelerinin vücuda dağılmadan önce birtakım değişikliklere uğratıldığı organ.
3. Besinlerin fiziksel olarak küçük parçalara ayrılması.
5. Villusları oluşturan epitel hücrelerde bulunan sitoplazmik uzantılar.
6. İnsan vücudunda proteinlerin sindiriminin başladığı yer.
9. İnce bağırsak epitel hücrelerinde protein ve kolesterolle kaplanan trigliseritlerin oluşturduğu yapı.
11. Karaciğer tarafından üretilen ve yağların daha küçük yağ damlacıklarına dönüşmesini sağlayan sıvı.
13. Midenin iç yüzeyini örten epitel hücrelerinin salgıladığı ve kendilerinin sindirilmesini engellediği salgı.

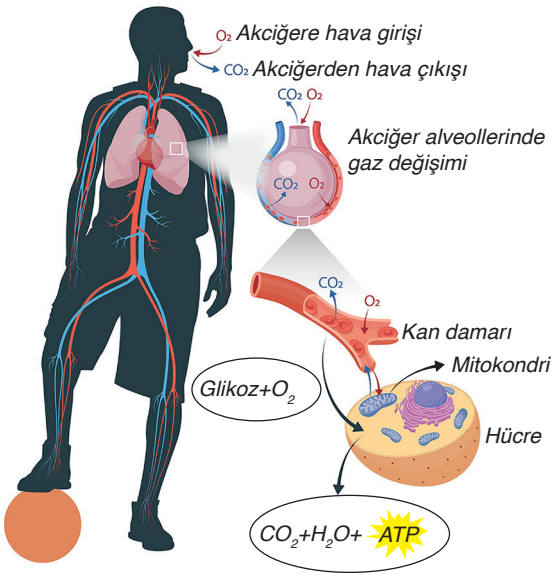

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

1.7 HÜCRESEL SOLUNUM

Konuya Başlarken

Aşağıdaki görselden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

1. Oksijen hücreler için neden önemlidir?
2. Mitokondrinin görevi nedir?
3. Canlılar neden hücresel solunum yapar?
4. Hücresel solunum neden önemlidir?



Yürüme, koşma, yüzme yoğun kas hareketi ve enerji gerektiren sportif faaliyetlerdir. Yüzücünün yüzme faaliyetini gerçekleştirmesi sırasında başta iskelet ve kas sistemi olmak üzere tüm vücudu bol miktarda enerji tüketir. Tüketilen bu enerjinin temel kaynağının güneş olduğunu, canlıların varlıklarını devam ettirmek için beslenmek zorunda olduklarını ve besinlere enerjinin nasıl aktarıldığını önceki konulardan hatırlayınız. Fiziksel aktivitede bulunurken, otururken, düşünürken, konuşurken, müzik dinlerken hatta uyurken insanlar enerjiye ihtiyaç duyar. Canlıyı meydana getiren her hücre, ihtiyaç duyduğu enerjiyi kendisi üretir ve ürettiği enerjiyi tüketir.

7. Etkinlik

Adı	***Hücresel Solunum Reaksiyonları Modeli Performans Görevi***
Amaç	*Hücresel solunum reaksiyonlarıyla ilgili bilimsel model oluşturabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Bu performans görevinizde hücresel solunum reaksiyonlarının işleyişine ilişkin bir model oluşturmanız ve bu modeli üç boyutlu olarak ya da poster şeklinde sunmanız beklenmektedir.*
- *Performans görevi **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Etkinlik sonunda **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*
- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*

1. *Hücresel solunum reaksiyonlarının temel adımlarını gösteren videoyu izleyiniz.*

2. *Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*

3. *Grup çalışması ile diyagram, şema, maket oluşturarak veya etkileşimli görsel iletişim uygulamalarını kullanarak hücresel solunumun işleyişini gösteren bir model tasarlayınız. Grubunuzdaki arkadaşlarınızın farklı bakış açılarını ve yaratıcı düşüncelerini kullanarak birden fazla model tasarlayabilirsiniz.*

4. *Kendi grubunuzun ve diğer grupların oluşturduğu modelleri mevcut bilimsel modellerle karşılaştırarak belirlediğiniz benzerlik ve farklılıkları aşağıdaki tabloya yazınız.*

Hücresel Solunum Reaksiyonları

Benzerlikler	Farklılıklar

5. *Karşılaştırmanın ardından tasarlamış olduğunuz modelleri değerlendiriniz. Bu sayede kendi bakış açınızı ve arkadaşlarınızın görüşlerini net bir şekilde gözlemleyebilirsiniz.*

6. *Değerlendirmenin ardından tasarladığınız modellerden hangisinin bilimsel olarak kabul gören modele en yakın olduğuna karar veriniz.*

7. *Hücresel solunum reaksiyonlarının işleyişine ilişkin oluşturduğunuz modellerden bilimsel olarak kabul gören modele en yakın olanını poster veya üç boyutlu model olarak sınıf arkadaşlarınıza sununuz.*

Değerlendirme

Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

Öz Değerlendirme Formu

Hücresel Solunum

Hücresel solunum, sıklıkla nefes alıp verme ile karıştırılmaktadır. Oysa bu iki kavram birbirinden farklıdır. Nefes alıp verme, solunum organlarındaki gaz değişimini ifade eder; hücresel solunum ise organizmaların yaşamını sürdürebilmesi için organik besin moleküllerinin hücre içinde parçalanarak enerji elde edilmesidir. Hücresel solunum, oksijenli ve oksijensiz solunum olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşir. Bu bölümde yalnızca oksijenli solunum ele alınacaktır.

Oksijen varlığında enzimler ve ETS yardımıyla organik moleküllerin karbondioksit ve su moleküllerine kadar parçalanması sonucunda ATP üretilmesine **oksijenli solunum (aerobik solunum) denir.** Oksijenli solunumda son elektron alıcısı oksijendir. Oksijenli solunumda glikoliz sonucu oluşan piruvat; CO_2, H_2O gibi inorganik maddelere kadar parçalandığı için diğer hücresel solunum çeşitlerine göre daha fazla ATP üretilir.

Oksijenli solunum bazı prokaryotlarda ve tüm ökaryot canlılılarda gerçekleşir. Oksijenli solunum, prokaryotlarda sitoplazmada ve hücre zarının iç yüzeyinde gerçekleşir; ökaryotlarda ise sitoplazmada başlayıp mitokondride tamamlanır.

Oksijenli solunumun genel denklemi aşağıdaki gibidir:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + ATP + ısı$$

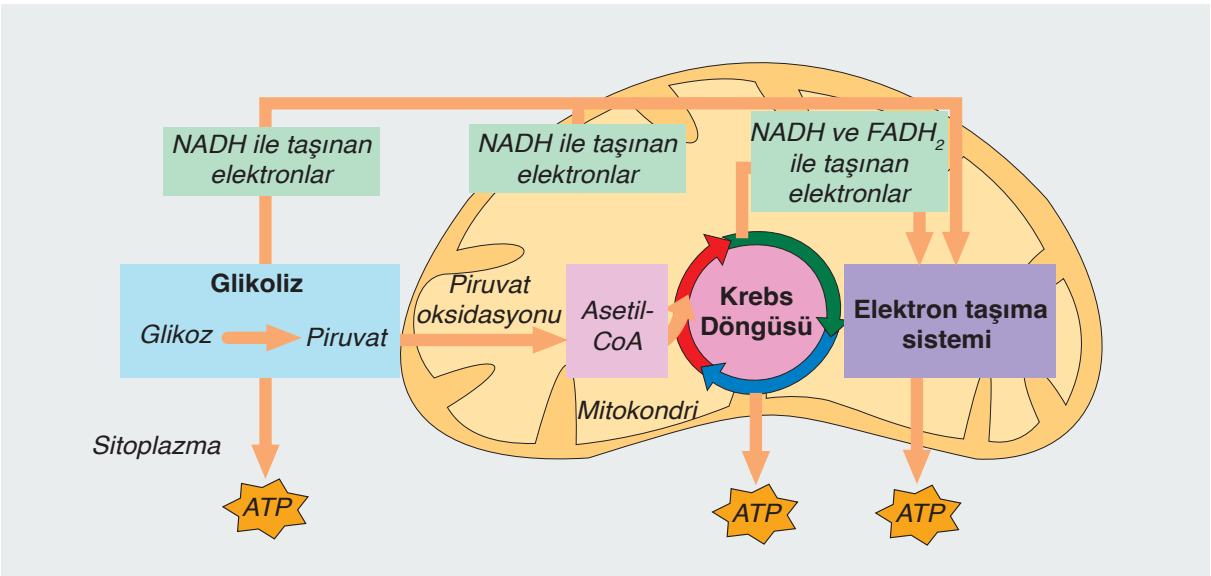
Oksijenli solunumun genel denklemindeki H_2O sayıları sadeleştirilerek aşağıdaki gibi yazılır:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP + ısı$$

Oksijenli Solunum

Oksijenli solunum; glikoliz, Krebs döngüsü ve ETS evresi olmak üzere üç aşamada gerçekleşir *(Görsel 1.23)*.

Görsel 1.23
Oksijenli solunuma genel bakış



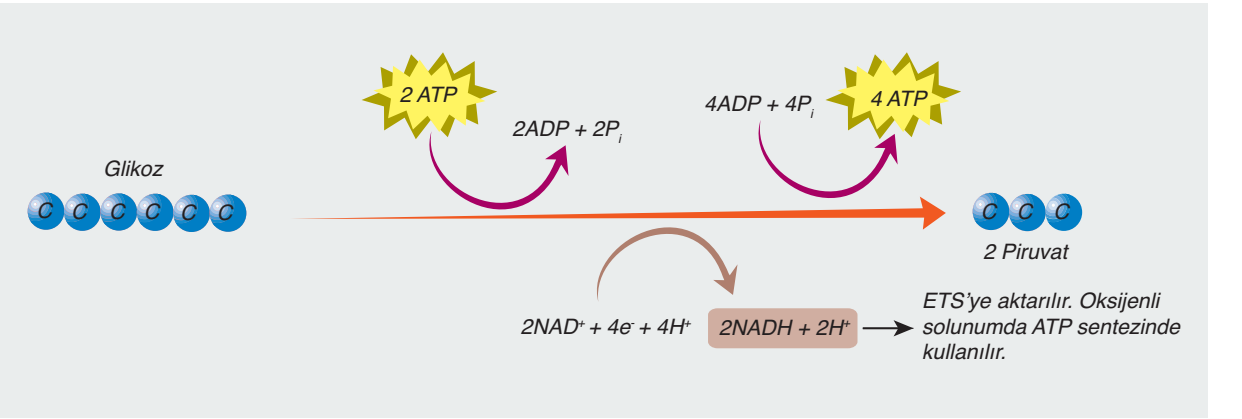
Glikoliz

Hücresel solunumda enerji elde etmek için glikoz kullanıldığında ilk tepkime glikoliz ile başlar. **Glikoliz**, glikozun çeşitli enzimlerin kontrolünde hücrenin sitoplazmasında 2 molekül piruvata (pirüvik asit) kadar parçalandığı tepkime dizisidir. Glikoliz; enerji metabolizmasının temel bir basamağı olarak solunum ve fermantasyon gibi farklı metabolik yollarla ortak şekilde gerçekleşir. Bu durum, glikolizde görev alan enzimlerin birçok canlı türünde benzerlik gösterdiğini ve canlılıkta ortak bir biyokimyasal temelin bulunduğunu gösterir.

Glikoliz tepkimeleri sırasında başlangıçta glikoz molekülünün aktifleştirilmesi için 2 ATP harcanır. Daha sonraki aşamalarda ise 6 karbonlu glikoz molekülü, 3 karbonlu 2 adet piruvat molekülüne dönüşür ve bu süreçte bir miktar ATP sentezlenir.

Tepkimeler sonucu 2 NADH ve 4 ATP sentezlenir *(Görsel 1.24)*. Başlangıçta 2 ATP harcandığı için net kazanç 2 ATP'dir. Ökaryot hücrelerdeki glikoliz sırasında ara ürünlerden ayrılan hidrojenlerin elektron ve protonları, NADH formunda mitokondrinin kristasına aktarılarak ETS'de ATP sentezlenmesinde görev alır.

Görsel 1.24
Glikoliz



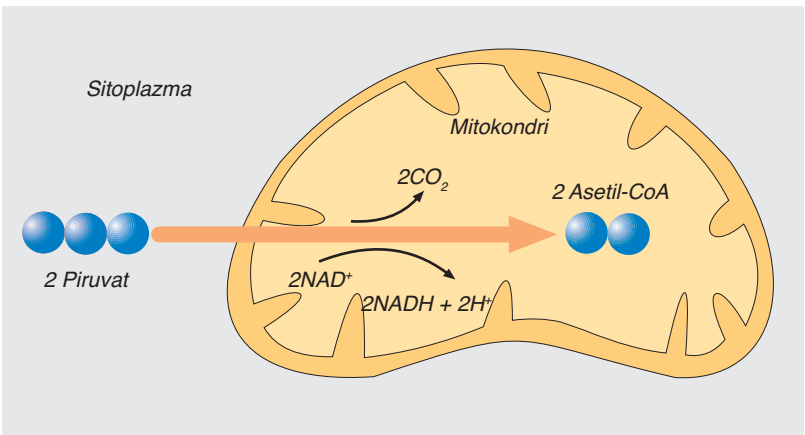
Krebs (Sitrik Asit) Döngüsü

Glikoliz sırasında oluşan 3 karbonlu piruvat molekülleri, ökaryot hücredeki enerji üretim sürecinin bir sonraki aşamasına geçmek üzere mitokondriye taşınır. Piruvat molekülleri, doğrudan Krebs döngüsüne katılamaz. Bunun için her piruvat, bir molekül CO_2 çıkışı ve NADH oluşumu ile Krebs döngüsünü başlatacak olan ve Asetil-CoA (Asetil koenzim A) adı verilen 2 karbonlu bileşiğe dönüşür *(Görsel 1.25)*. Glikoliz ile Krebs döngüsü arasındaki bağlantıyı kuran bu olaya **piruvatın oksidasyonu** denir.

Ek Bilgi

NAD$^+$ (nikotinamid adenin dinükleotit) molekülü, solunum metabolizmasında elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. NAD$^+$, kimyasal olarak yükseltgenmiş molekül kabul edilir. Glikoliz sırasında NAD$^+$, bir çift hidrojen aldığında NADH olarak indirgenir.

Görsel 1.25
Piruvatın mitokondride Asetil-CoA'ya dönüşümü



Ek Bilgi

Mitokondri, hücrenin enerji santrali olarak bilinir ve hücresel solunumun merkezi rolünü üstlenir. Çift katlı zarla çevrili olan bu organel, iç zarının kıvrımları olan kristalar sayesinde yüzey alanını artırarak ATP üretimini destekler; ayrıca Krebs döngüsü (sitrik asit döngüsü) bu organelin matriksinde gerçekleşir.

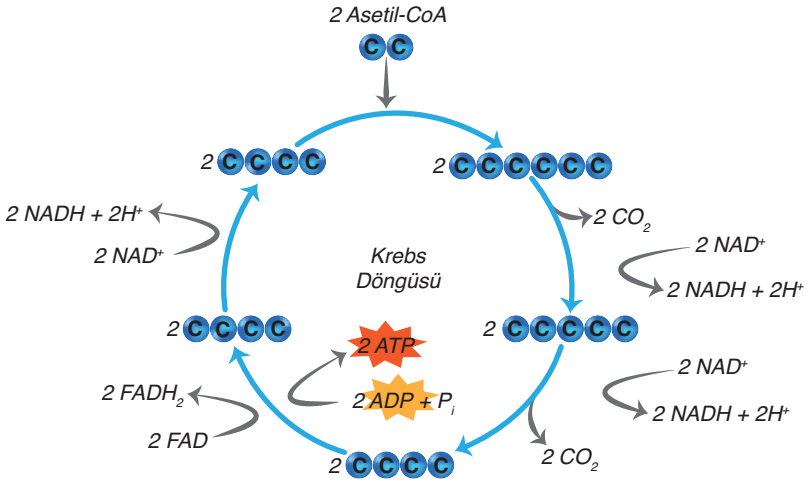
Krebs döngüsü tepkimeleri Alman bilim insanı Hans Krebs (Hans Krebs) tarafından 1937 yılında açıklanmıştır. Hans Krebs'in çalışmaları bu tepkimelerin döngü şeklinde tekrarlandığını göstermiştir. Krebs döngüsü, oksijenli solunum tepkimelerinin ikinci aşamasıdır.

Asetil-CoA moleküllerinden her biri, Krebs döngüsünün son aşamasında oluşan 4 karbonlu bileşikle tepkimeye girerek 2 adet 6 karbonlu molekülü oluşturur. Oluşan 6 karbonlu bu molekül sırasıyla 5 ve 4 karbonlu bileşiklere

dönüşür (Karbon sayılarındaki her bir azalma sırasında bir molekül CO_2 çıkışı gerçekleşir.) *(Görsel 1.26)*. Son oluşan 4 karbonlu bileşik tekrar döngüye katılır. Bu dönüşüm sırasında Krebs döngüsü tepkimelerine giren 2 Asetil-CoA molekülünden 4 CO_2, 6 NADH ve 2 $FADH_2$ oluşur. Bir glikoz molekülünün parçalanması sırasında gerçekleşen Krebs döngüsü ile 2 ATP sentezlenir. Krebs döngüsü, her bir glikoz molekülü için iki defa gerçekleşir. Döngüde oluşan NADH ve $FADH_2$ molekülleri ise ETS'de ATP sentezlenmesinde görev alır.

Ek Bilgi

FAD (flavin adenin dinükleotit) oksijenli solunumda görevli olan ve elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. Enerji dönüşüm reaksiyonları sırasında FAD, 2 elektron ve 2 proton alarak indirgenir ve $FADH_2$'ye dönüşür.



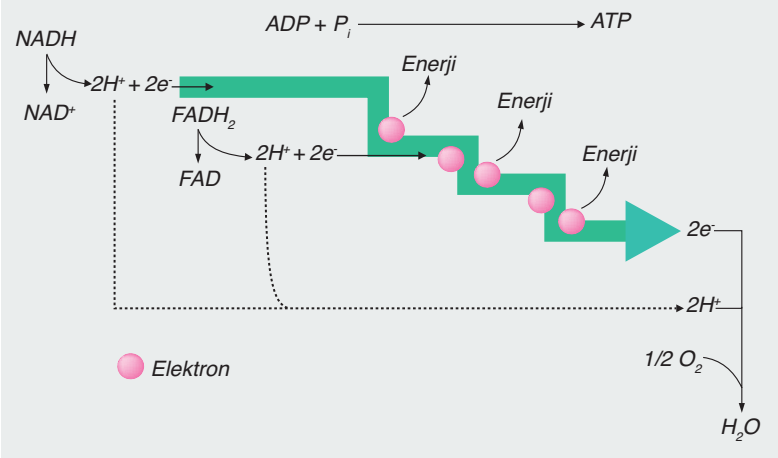
Görsel 1.26
Krebs döngüsü

ETS Evresi

Bir glikozun oksijenli solunumla parçalanması sırasında kazanılan ATP'lerin büyük bir kısmı ETS evresinde üretilir. ETS evresi, prokaryotlarda hücre zarının iç yüzeyinde; ökaryot hücrelerde ise mitokondrinin **krista** adı verilen kıvrımlı iç zarlarında gerçekleşir. Elektron taşıma zincirini oluşturan elektron taşıyıcı moleküllerin çoğu, protein yapılıdır ve zar üzerinde konumlanmıştır.

Oksijenli solunumun önceki evrelerinde oluşan NADH ve $FADH_2$ ile taşınan protonlar, mitokondrinin matriks çözeltisinde kalırken elektronlar, indirgeme ve yükseltgenme tepkimeleri ile ETS'de oksijene kadar taşınır. Oksijen, enerji seviyesi düşmüş elektronları ETS'nin son molekülünden alarak elektron akışının ve ATP sentezinin devam etmesine katkıda bulunur. Elektron kazanmış oksijen, bir çift proton ile birleşerek suyu oluşturur *(Görsel 1.27)*.

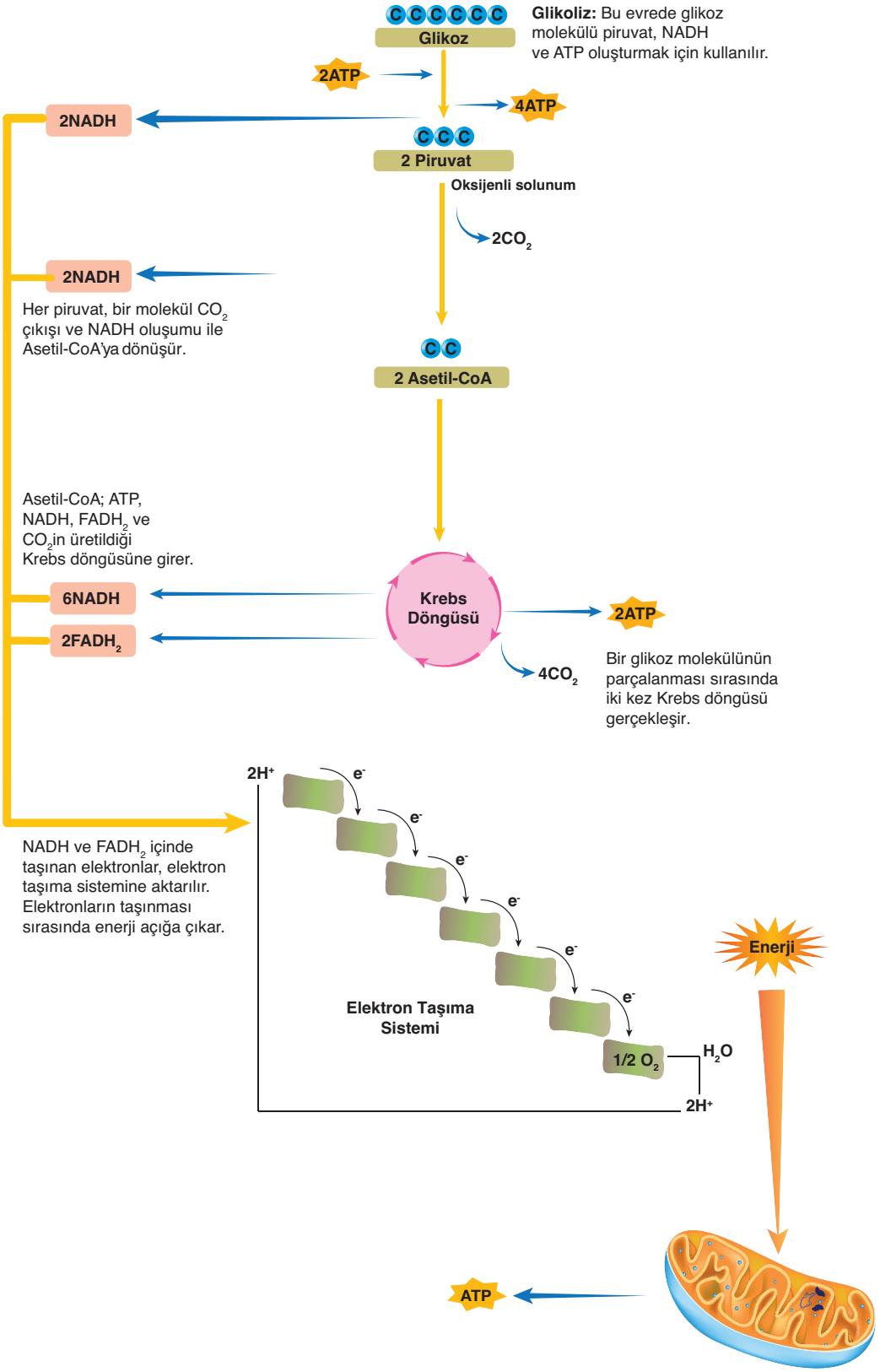
Görsel 1.27
Elektron taşıma sistemi



ETS'de bu şekilde indirgeme ve yükseltgenme tepkimeleri ile ATP üretilir. Enerjinin geri kalan kısmı ise ısı enerjisi olarak ortama yayılır. Sonuç olarak oksijenli solunum reaksiyonları sırasında ve sonunda CO_2 ve H_2O oluşurken metabolik faaliyetler için gerekli olan ATP de üretilmiş olur. Oksijenli solunum, enzim kontrolünde gerçekleştiği için sıcaklık değişimlerinden etkilenir.

Kontrol Noktası

Hücresel solunum reaksiyonları şematik olarak aşağıdaki bilgi görselinde özetlenmiştir. Bilgi görselini inceleyerek öğrendiklerinizi kontrol ediniz.



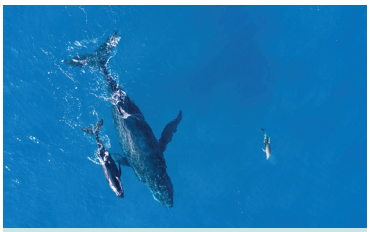
1.8 BESİNLERİN SOLUNUMA KATILMA YOLLARI

Konuya Başlarken

Aşağıda görselleri verilen canlıları inceleyerek açıklamaları okuyunuz, soruları cevaplayınız. Önceki öğrenme yaşantılarınızdan ve her bir soruya vereceğiniz cevaptan hareketle bir kavram haritası oluşturunuz.

Kıyı Çamur Çulluğu

Kıyı çamur çulluğu, göç sırasında durmaksızın uçan ve en uzun mesafeyi kateden kuş türüdür. Bu kuşlar Alaska'dan Yeni Zelanda'ya göçleri sırasında mola vermeden on iki bin kilometre uçabilmektedir.



Balina

Balinalar çok soğuk sularda yaşayabilir. Bazı türleri beslenmeden binlerce km yol alabilir. Anne balinalar, yavrular kendi başına avlanıncaya kadar onları besleyebilir ancak bu sürede kendileri beslenmez.

İmparator Penguen

İmparator penguenler yaklaşık dört ay boyunca kuluçkaya yatar. Penguenler kuluçkaya yattığı çok soğuk ve fırtınalı bu günleri birbirlerine sokularak gruplar hâlinde geçirir. Bu dönemde ağızlarına tek lokma yiyecek koymadan yumurtalarının başında nöbet tutar.

1. Bu canlıların uzun süre beslenemedikleri hâlde hayatta kalabilmelerini nasıl açıklarsınız?
2. Canlılar hayatta kalmak için ihtiyaç duydukları enerjiyi nereden ve nasıl sağlar?
3. Alınan her besin ögesi canlılarda aynı süreçlerden mi geçer? Açıklayınız.

Canlılar sürekli enerjiye ihtiyaç duyar. Besinler, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlamak için önemli bir kaynaktır. Canlılar metabolik faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi üç temel besin grubu olan karbohidratlar, yağlar ve proteinlerden sağlar. Örneğin sabah kahvaltısında portakal suyu, yumurta ve tereyağı tüketildiğinde bu besinlerle alınan karbohidrat, protein ve yağ içerikleri farklılık gösterir *(Görsel 1.28 a, b, c)*. Glikoz, amino asitler ve yağ asitleri hücresel solunum süreçlerinde enerji üretiminde kullanılır ve hücrelerin ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlar.

Görsel 1.28
a) Karbohidrat, b) Protein, c) Yağ içeren besin örnekleri

8. Etkinlik

Adı	***Farklı Besin Gruplarından Enerji Eldesi***
Amaç	*Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini karşılaştırabilme*
Süre	*40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda cevaplayacağınız yapılandırılmış grid, öğretmeniniz tarafından **Puanlama Anahtarı** ile değerlendirilecektir.*

1. *Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçleriyle ilgili*
   - *Besinlerin oksijenli solunumun hangi basamağında tepkimeye gireceği, içeriğinde bulunan organik bileşiğin karbon sayısına mı bağlıdır?*
   - *Farklı besinlerin yapı taşları, hücresel solunum tepkimelerine aynı basamaktan katılabilir mi?*
   - *Hücresel solunumda kullanılan her besin Krebs döngüsüne girer mi?*

   sorularının cevaplarını bulmak için güvenilir kaynaklardan bilgi toplayınız.
2. *Topladığınız bilgileri sınıf arkadaşlarınızla tartışarak farklı besin gruplarının hücresel solunumun hangi basamağında hücresel solunuma dâhil olduğunu ve bu besin gruplarının enerji eldesi süreçlerine ilişkin özelliklerini belirleyiniz.*
3. *Elde ettiğiniz bilgilerin özetini oluşturunuz ve bu özeti kullanarak farklı besin gruplarının enerji eldesi süreçlerine ilişkin benzerlik ve farklılıklarını aşağıdaki tabloya listeleyiniz.*

Farklı Besin Gruplarının Enerji Eldesi Süreçlerine İlişkin Benzerlik ve Farklılıkları		
Besin Grubu	**Benzerlikler**	**Farklılıklar**

4. *Farklı besin gruplarından enerji elde edilme süreçlerini karşılaştırabilmek için uygun web araçlarıyla yaratıcılığınızı kullanarak bir sunum hazırlayınız ve hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.*

Değerlendirme

Yan sayfadaki yapılandırılmış gridde farklı besin grupları ve bunlardan enerji elde etme süreçleri verilmiştir. Kutucuk numaralarını kullanarak soruları yanıtlayınız (Aynı numaraları bir veya birden fazla sorunun cevabı olarak kullanabilirsiniz.).

1. Glikoliz	2. Krebs döngüsü	3. Asetil-CoA	4. Glikolizin ara basamakları
5. 2 karbonlu amino asitler	6. Yağ asitleri	7. Glikoz	8. 4 ve daha fazla karbonlu amino asitler
9. 3 karbonlu amino asitler	10. Piruvat	11. Gliserol	12. ETS

a) Hangileri hücresel solunum tepkimelerine aynı basamaktan katılabilir? (.....)

b) Hangisi/hangileri hücresel solunum tepkimelerine glikoliz evresinden girer?(.....)

c) Hangisi/hangileri Krebs döngüsünden hücresel solunum tepkimelerine katılır? (.....)

ç) Hangileri hücresel solunum tepkimelerine piruvattan katılır? (.....)

d) Hangileri hücresel solunum tepkimelerine glikolizin ara basamaklarından katılır? (.....)

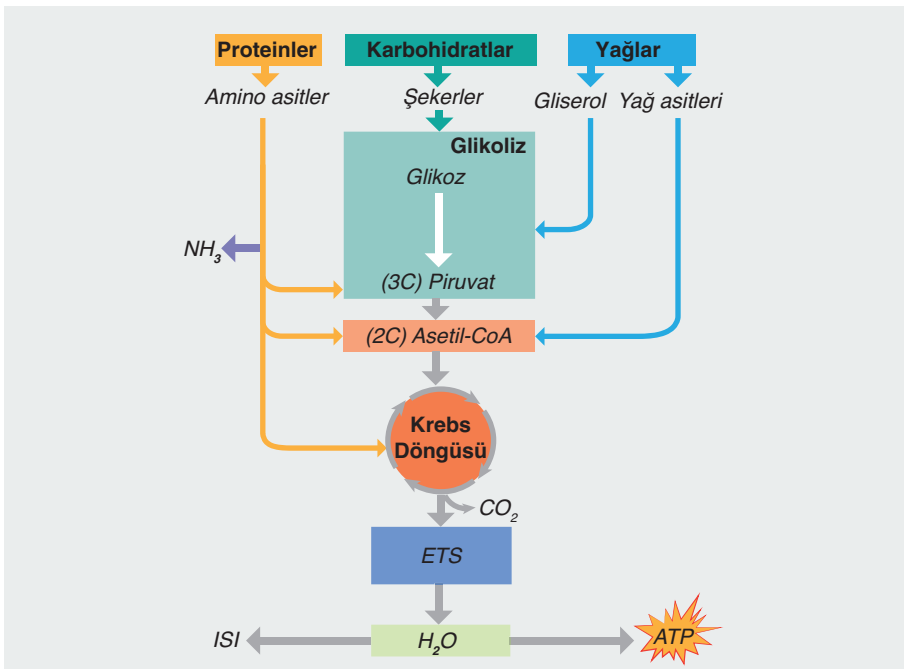
e) Hangileri glikozun hücresel solunumda yıkıldığı basamaklardır? (.....)

Yapılandırılmış Grid Puanlama Anahtarı

Besinlerin Oksijenli Solunuma Katılma Yolları

Hücrelerde karbohidrat, protein ve yağlar oksijenli solunum yoluyla parçalanarak ATP üretilir. Ancak bu besin gruplarının kimyasal yapılarındaki (özellikle karbon iskeletleri) farklılıklar nedeniyle her bir besin türü oksijenli solunumun farklı basamaklarına katılır *(Görsel 1.29)*.

Farklı Besinlerin Solunuma Katılma Yolları



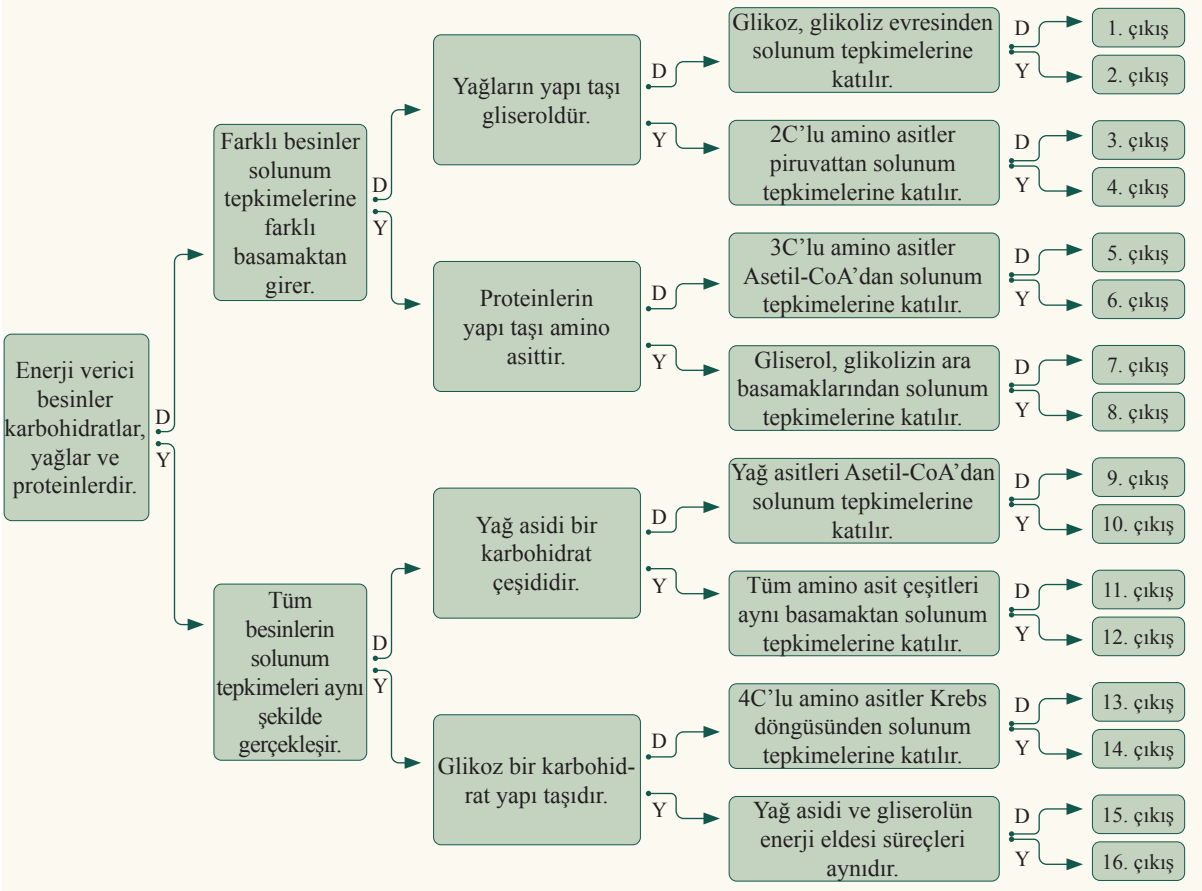
Görsel 1.29
Besinlerin oksijenli solunum tepkimelerine katılım basamakları

- Karbohidrat yapı taşı olan glikoz, glikoliz evresinden solunum tepkimelerine girerek piruvata kadar parçalanır. Piruvat, Asetil-CoA'ya dönüşür; Krebs ve ETS evrelerinden geçer.
- Yağların sindirim ürünleri, yağ asitleri ve gliseroldür. Yağ asitleri Asetil-CoA'ya dönüştürüldükten sonra Krebs döngüsüne girerek solunum tepkimelerine katılır. Gliserol (3C) ise glikolizin ara basamaklarından tepkimeye girer.
- Proteinler sindirildikten sonra yapı taşları olan amino asitler oluşur. Amino asitler solunum tepkimelerine katılmadan önce yapılarında bulunan amino grubu uzaklaştırılır. Daha sonra karbon sayılarına göre 2 karbonlu amino asitler Asetil-CoA'dan, 3 karbonlu amino asitler piruvattan, 4 ve daha fazla karbonlu amino asitler ise Krebs döngüsünden tepkimeye girer.

Karbohidrat, yağ ve proteinlerin hücresel solunum tepkimeleri sonucunda ortak olarak CO_2, H_2O, ATP ve ısı açığa çıkar. Ancak amino asitlerin yıkımı sırasında bu ürünlere ek olarak azot içeren atık maddeler de oluşur.

Kontrol Noktası

Aşağıda birbiri ile bağlantılı, doğru/yanlış ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç verilmiştir. Soldaki ilk ifadeden başlayarak, söz konusu ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğuna karar vererek ilerleyiniz. Sonuçta ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz. Tek bir çıkışı işaretleyebileceğinizi unutmayınız.



1.9 FERMANTASYON

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Şalgam suyu Adana'da asırlardır üretilen, yöre ile ünlenmiş ve coğrafi işaret tescili almış bir gıdadır. Bulgur unu, ekşi maya, su, tuz, siyah havuç, şalgam ve pancarın fermente edilmesiyle yapılan şalgam; mor-kırmızı renkli, ekşi bir içecektir.

Şalgam suyu ve kırmızı havuç

Siz de günlük yaşamdan fermantasyon örnekleri vererek fermantasyonu açıklayınız. Verdiğiniz fermantasyon örneklerinin hangi amaçlarla (besinlerin saklanması, işlenmesi vb.) kullanıldığını belirtiniz.

Fermente besinler bakteri, mantar, maya vb. mikroorganizmaların kullanıldığı ve kontrollü olarak büyümesinin sağlandığı; enzimatik işlemlerle bir ham maddeden üretilen yiyecek veya içecekler olarak tanımlanmaktadır. Bu besinlerden kefir, yoğurt, kımız, peynir ve kurut (kurutulmuş yoğurt) fermente süt ürünleri arasında yer almaktadır. Et, balık, sebze, meyve, tahıllar gibi farklı besin ve besin gruplarından da fermantasyon tepkimesi sayesinde fermente besinler (sucuk, pastırma, tarhana, boza, turşu vb.) elde edilebilmektedir.

Fermente besinler; probiyotik özellikleri sayesinde bağırsak sağlığını geliştirerek ülseratif kolit (bağırsak iltihabı), hazımsızlık, şişkinlik, crohn [kron (kronik bağırsak iltihabı)] hastalığı, irritabl bağırsak sendromu (hassas bağırsak sendromu) gibi hastalıkların semptomları üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Probiyotik içerikli fermente ürünlerin tüketimi, sağlıklı bağırsak mikrobiyotası (bakteri, maya vb. mikroorganizma gruplarının oluşturduğu popülasyon) ile doğrudan ilişkilendirilmiş ve bu ürünlerin bağışıklık sistemini güçlendiren etkilerinin de bulunduğu bildirilmiştir. Fermente besinlerin başta sindirim sistemi olmak üzere sağlık üzerinde olumlu etkileri gözlenmekte ve ilerleyen yıllarda günlük beslenmede daha fazla yer alacağı düşünülmektedir.

9. Etkinlik

Adı	***Fermantasyon***
Amaç	*Fermantasyon ile ilgili deney yapabilme*
Süre	*40+40 dk.*
Malzeme	*Tasarlayacağınız deneye uygun kendi seçeceğiniz malzemeler*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek fermantasyonla ilgili tasarlayacağınız kontrollü deneyinizi gerçekleştiriniz. Deneyinizi tasarlarken karekod ile verilen **Deney Tasarım Formu**'nu kullanabilirsiniz.*
- *Etkinlik sonunda deney süreci ve sonucuna ilişkin deney raporunu, karekod ile verilen **Deney Raporu** formatına uygun olarak hazırlayınız.*
- *Etkinlik sonunda **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*
- *Deney raporunuz **Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*

1. *Öğretmeniniz rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*
2. *"Ekmeğin mayalanması, peynir ve yoğurt üretimi nasıl gerçekleşir?" ve "Fermantasyon sürecini etkileyen faktörler nelerdir?" sorularını cevaplayınız.*
3. *Fermantasyon hakkında bilimsel kaynaklardan veya ders kitabından bilgi toplayınız.*
4. *Topladığınız bilgileri özetleyerek canlıların enerji elde etme yollarına göre düzenleyiniz.*
5. *Elde ettiğiniz bilgileri fermantasyon ile ilgili deney tasarlamak üzere sentezleyerek sınıf veya laboratuvar ortamında yapabileceğiniz bir deney tasarlayınız.*
6. *Deney sürecinde saygı ve iş birliği içinde çalışarak, farklı düşünceler üzerinde uzlaşma sağlayıp hata kaynaklarını ortadan kaldıracak tedbirleri alınız.*
7. *Deney sonuçlarının analizini yaparak fermantasyon ile yoğurt, peynir, kefir elde edilmesi; ekmeğin mayalanması; turşu yapımı vb. arasında ilişki kurunuz ve fermantasyonu açıklayınız.*

---

8. *Deney sürecini ve sonucunu yansıtacak bir deney raporu yazınız (Karekod ile verilen deney raporu örneğini kullanabilirsiniz.).*
9. *Fermantasyonun insan sağlığı açısından önemini açıklayınız.*

Değerlendirme

Deney Raporu

Öz Değerlendirme Formu

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Deney Tasarım Formu

Fermantasyon

Glikoliz reaksiyonları sonucunda oluşan piruvatın etil alkol ya da laktik asit gibi moleküllere dönüştürüldüğü tepkimelere **fermantasyon** denir. Bu süreç ökaryot ve prokaryot hücrelerin sitoplazmasında oksijen ve ETS kullanılmadan genellikle monosakkaritlerin parçalanması ile gerçekleşir.

Fermantasyon

Fermantasyon sonucunda organik bileşiklerin yanı sıra bazı durumlarda inorganik bileşikler de (örneğin karbondioksit) oluşabilir. Bu süreçte glikoliz evresinde oluşan 2 NADH molekülündeki hidrojenlerin organik ya da inorganik yapılı maddelere aktarılmasıyla yeniden NAD^+ oluşur ve böylece glikoliz ve ATP üretiminin devamlılığı sağlanır.

Glikolizden sonraki basamaklarda kullanılan enzimler canlı türüne göre farklılık gösterebilir. Fermantasyon, oluşan son ürün çeşidine göre isimlendirilir. Bunlardan en yaygın olanları etil alkol fermantasyonu ve laktik asit fermantasyonudur.

Etil Alkol Fermantasyonu

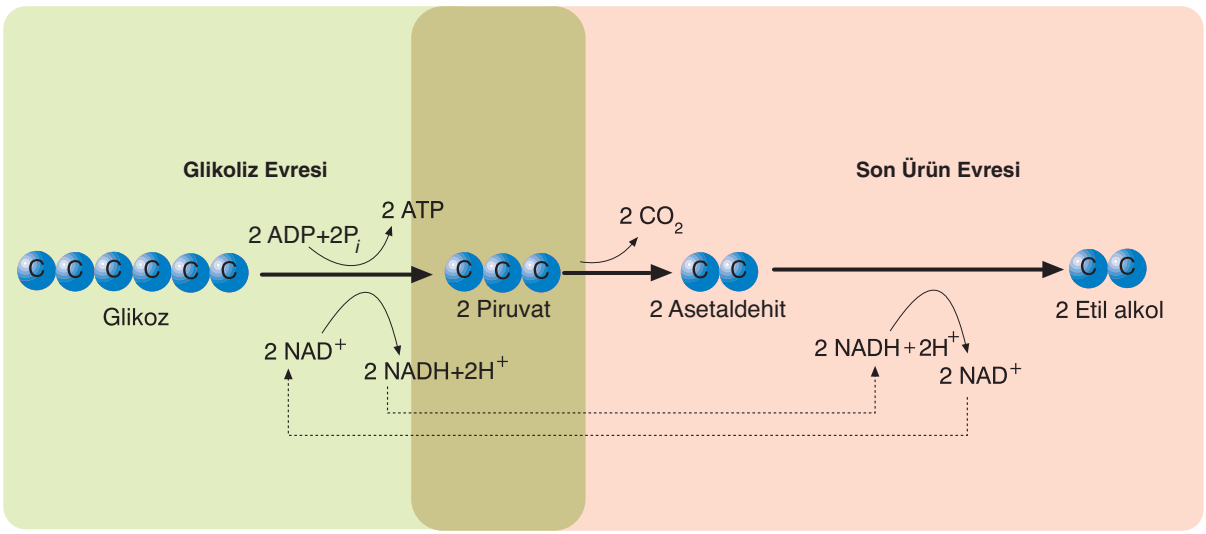
Etil alkol fermantasyonu, glikoliz sonucu oluşan piruvatın enzim varlığında iki basamakta etil alkole dönüştürülmesidir. İlk basamakta piruvattan karbondioksit uzaklaştırılır ve iki karbonlu bir bileşik olan asetaldehit oluşur. İkinci basamakta ise asetaldehit, NADH ile etil alkole indirgenir. Böylece glikolizin devamı için gerekli olan NAD^+ yenilenmiş olur *(Görsel 1.30)*.

Etil alkol fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Glikoz} + 2\text{ATP} \longrightarrow 2\ \text{Etil alkol} + 2\ CO_2 + 4\ \text{ATP}$$

Mayalar, birçok bakteri ve bazı bitkilerin tohumları etil alkol fermantasyonu gerçekleştirir. Ekmek yapımında etil alkol fermantasyonu yapan maya mantarları kullanılmaktadır. Etil alkol fermantasyonunda oluşan CO_2 gazı, mayalanan hamurun bir süre sonra kabarmasını sağlar.

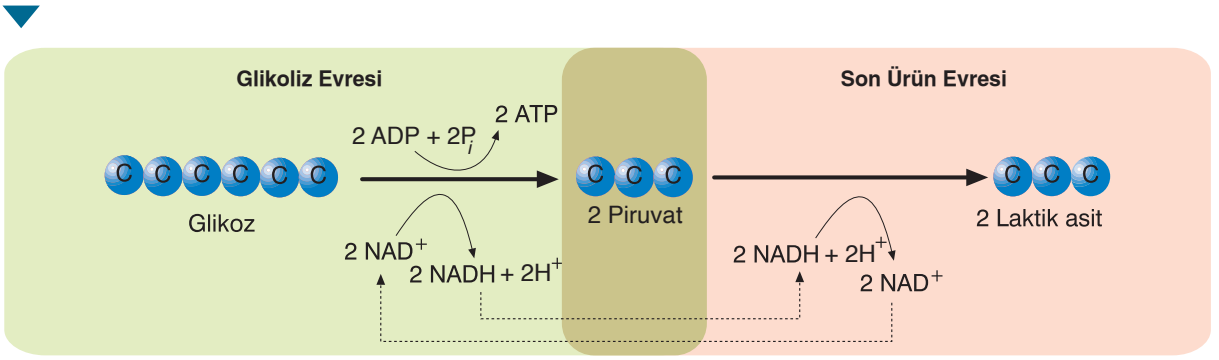
Görsel 1.30
Etil alkol fermantasyonu



Laktik Asit Fermantasyonu

Laktik asit fermantasyonu glikoliz sonucu oluşan piruvatın enzim varlığında laktik aside dönüştürülmesidir. Glikoliz reaksiyonu sonucunda 2 NADH, 2 ATP ve 2 piruvat molekülü oluşur. Piruvatlar, 2 NADH molekülünün hidrojenlerini alarak doğrudan son ürün olan laktik aside dönüşür. Bu sırada yeniden NAD^+ oluşturularak glikolizin devamı sağlanır *(Görsel 1.31)*. Laktik asit fermantasyonunda CO_2 çıkışı görülmez. Laktik asit fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

Görsel 1.31
Laktik asit fermantasyonu



$$\text{Glikoz} \longrightarrow \text{2 Laktik asit} + \text{2 ATP}$$

Laktik asit fermantasyonu; bazı bakterilerde, bazı mantarlarda, memelilerin olgun alyuvar hücrelerinde ve omurgalıların çizgili kas hücrelerinde görülür. Endüstride peynir, yoğurt ve turşu üretiminde kullanılır. İnsanlarda çizgili kas hücrelerine yeterli oksijen gelmediği durumlarda laktik asit fermantasyonu ile ATP üretilir. Yoğun kas aktivitesinin başlangıcında ATP üretmek için glikoz yıkım hızı, kasın kandan oksijen alma hızını aşar. Bu koşullarda hücrelerde oksijenli solunum ve fermantasyon birlikte gerçekleştirilir. Bu durumda oksijenli solunuma devam edilirken çizgili kaslarda laktik asit fermantasyonu ile gerekli olan enerji üretilir. Bu sayede ani bir performans sonrasında ortamda oksijen olsa bile hızlı ancak enerji olarak verimsiz ATP üretimi sağlanır. Yeterli oksijen sağlandığında üretilen az miktardaki laktik asitle kasların daha iyi çalışması sağlanır. Bunun için yoğun kas egzersizlerinden önce yapılan ısınma hareketleri oldukça faydalıdır.

Kontrol Noktası

Aşağıdaki tabloda fermantasyon ile ilgili sorular verilmiştir. Soruların cevaplarını etil alkol ve laktik asit fermantasyonuna ait boş kutulara yazınız.

Sorular/Fermantasyon Çeşitleri	Etil Alkol Fermantasyonu	Laktik Asit Fermantasyonu
Glikoliz gerçekleşir mi?		
CO_2 çıkışı gözlenir mi?		
ATP sentezi gerçekleşir mi?		
Son ürün çeşitleri nelerdir?		
ETS görev alır mı?		
Hangi canlılarda görülür?		

1.10 ENERJİ-METABOLİZMA İLİŞKİSİ

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Astronotlar Mars Yolculuğunu Kış Uykusunda Geçirebilir mi?

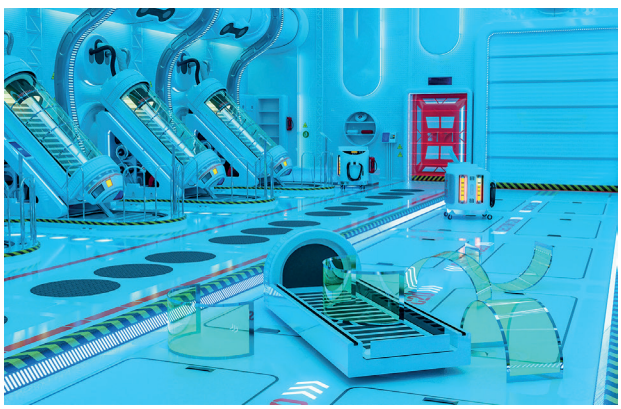
Ay'a giden astronotların Ay'a ulaşması yaklaşık üç gün sürmüştü. İnsanların uzaydaki bir sonraki hedefi Mars. Mars'ın ötesindeki gökcisimlerine örneğin Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenlere ya da Güneş Sistemi'nin dışındaki yıldızlara ulaşmak ise çok daha uzun sürecek.

Bazı bilim insanları uzun uzay yolculuklarında astronotların yolculuk boyunca uyutulup hedeflerine ulaştıklarında uyandırılarak uzun uzay görevlerinin insanlar üzerindeki fiziksel ve psikolojik olumsuz etkilerinin en aza indirilebileceğini düşünüyor.

Bazı hayvan türleri hava koşullarının uygun olmadığı ya da yiyecek kaynaklarının yetersiz olduğu dönemlerde enerjilerini tasarruflu kullanabilmek için kış uykusuna yatar. Kış uykusu sürecinde kalp atım hızı azalır, nefes alışverişi yavaşlar ve vücut sıcaklığı düşer. Ancak insanlar kış uykusuna yatan canlı türlerinden biri değil.

Avrupa Uzay Ajansı (ESA) araştırmacıları DADLE olarak isimlendirilen bir maddeyi kullanarak normalde kış uykusuna yatmayan canlıların yapay olarak kış uykusuna yatmasını sağlamayı hedefliyor. Deney fareleri ile yapılan araştırmalarda DADLE maddesi verilen hayvanların kalp atım hızları, vücut sıcaklıkları ve beyin aktiviteleri sensörler aracılığıyla takip edilebilecek. Bu süreçte astronotların metabolizma hızlarının %75 azaltılması hedefleniyor. Kış uykusu sırasında kasların güçsüzleşmesi de önemli bir problem. Bu sorunu çözmek için kasları güçlendiren ilaçlar kullanılabileceği düşünülüyor.

Astronotların uzun uzay yolculuklarını kış uykusunda geçirmesinin başka avantajları da var. Çünkü astronotların normal uzay görevlerinde zorunlu ihtiyaçlarını karşılayabilecek yaşam alanlarına ihtiyaç var. Ancak yolculuğun büyük kısmını bireysel kapsüllerin içinde kış uykusunda geçirecek astronotlar için daha küçük boyutlarda bir uzay modülü yeterli olabilecek.



Kış uykusu kapsülü

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Metabolizma nedir?
2. Araştırmacıların, astronotların metabolizma hızını %75 azaltmayı hedeflemelerinin amacı ne olabilir?
3. Astronotların yolculuk boyunca uyutulmasının avantajları neler olabilir?

Beslenmenin asıl amacı, metabolik süreçler için gerekli enerjiyi ve yapısal maddeleri sağlamaktır. Canlılar büyümek, gelişmek ve günlük aktivitelerini sürdürebilmek için besinlere ihtiyaç duyar. Sağlıklı bir yaşam için gerekli maddeler besinlerle vücuda alınır. Bu maddeler; enerji sağlayan karbohidratlar, yağlar ve proteinlerin yanı sıra metabolizmanın düzenli çalışmasını sağlayan vitaminler, mineraller ve sudan oluşur. Enerji alımı ile harcanan enerji miktarı arasında denge sağlanmalıdır.

Sağlıklı beslenmek için vücudun ihtiyacı olan besinlerin yeterli miktarda ve düzenli olarak alınması gerekir. Besin maddelerinin yetersiz veya çok fazla alınması, gelişim bozukluklarına ve metabolik hastalıklara neden olur. Dünyada birçok insan gıda yoksunluğu nedeniyle açlık sorunu yaşarken pek çok insan da aşırı gıda tüketimi nedeniyle obezite sorunu yaşamaktadır. **Obezite**, sağlığı bozacak ölçüde vücutta aşırı yağ birikmesidir. Aşırı yağ birikmesi sonucu normal vücut ağırlığına dönmek için büyük çaba ve zaman harcamak gerekir. Bu nedenle öncelikle normal vücut ağırlığı korunmalıdır.

Aşırı yağlı, tuzlu ve şeker içeriği yüksek besinlerin fazla tüketilmesi; vücuda gereksinim duyduğundan daha fazla besin alınması ve fiziksel aktivite yetersizliği obezitenin en önemli nedenleri olarak kabul edilmektedir. Obezite; diyabet, inme, kalp damar rahatsızlıkları, kalp krizi, solunum hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Önemli bir sağlık sorunu olan obezitenin oluşumunu önlemek için alınan günlük enerjinin harcanan enerjiden fazla olmamasına dikkat edilmeli; beslenme şekli düzenlenmeli, günlük yürüyüş ve egzersizler planlanmalıdır.

Aşağıda bazı gıdaların ambalajları üzerinde bulunan enerji ve besin ögelerine ait içerikler yer almaktadır. Verilen örnekleri ve satın aldığınız gıda ürünlerinin etiketlerini inceleyiniz. İncelediğiniz besin ögelerinin enerji değeri arasındaki farkı ve bu ögelerin eksik ya da fazla alınmasının vücuda etkilerini arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

Süt	
Enerji ve Besin Ögeleri	***(Bir porsiyon için) 250 ml***
Enerji (kj/kcal)	*111/466*
Yağ (g)	*3,8*
Doymuş yağ (g)	*2,5*
Karbohidrat (g)	*11,8*
Protein (g)	*7,5*
Tuz (g)	*0*

Patates Cipsi	
Enerji ve Besin Ögeleri	***100 g***
Enerji (kj/kcal)	*494,3 (kcal)/2066 (kj)*
Yağ (g)	*27,8*
Doymuş yağ (g)	*13,3*
Karbohidrat (g)	*59,7*
Protein (g)	*4,4*
Tuz (g)	*1,4*

Kraker (Tuzlu bisküvi)		
Enerji ve Besin Ögeleri	***15 g***	***100 g***
Enerji (kj/kcal)	*68*	*456*
Yağ (g)	*2,7*	*18*
Doymuş yağ (g)	*1,3*	*8,6*
Karbohidrat (g)	*9,8*	*65*
Protein (g)	*0,29*	*1,9*
Tuz (g)	*0,47*	*3,1*

Yoğurt	
Enerji ve Besin Ögeleri	***100 g***
Enerji (kj/kcal)	*307/73*
Yağ (g)	*3,8*
Doymuş yağ (g)	*2,5*
Karbohidrat (g)	*5,8*
Protein (g)	*4,0*
Tuz (g)	*0,1*

Peynir	
Enerji ve Besin Ögeleri	***100 g***
Enerji (kj/kcal)	*908/219*
Yağ (g)	*17,2*
Doymuş yağ (g)	*10,3*
Karbohidrat (g)	*2,9*
Protein (g)	*13,1*
Tuz (g)	*1,3*

Meyve Suyu	
Enerji ve Besin Ögeleri	***(Bir porsiyon için) 100 ml***
Enerji (kj/kcal)	*217/51*
Yağ (g)	*0*
Doymuş yağ (g)	*0*
Karbohidrat (g)	*11,9*
Protein (g)	*0,1*
Tuz (g)	*0*

10. Etkinlik

Adı	***Farklı Besinlerde Bulunan Enerji Değerleri***
Amaç	*Besin gruplarındaki farklı bileşenlerin besinin enerji değerlerini belirlediğini fark edebilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda oluşturacağınız bilgi görseli öğretmeniniz tarafından hazırlanacak* ***Puanlama Anahtarı*** *ile değerlendirilecektir.*

1. *"Farklı besinlerden nasıl ve ne kadar enerji elde edilebilir?" sorusundan yola çıkarak besinlerden elde edilen enerjinin özellikleri üzerine düşününüz.*
2. *"Besin gruplarındaki farklı bileşenler, besindeki enerji değerlerini belirler." bilgisinden hareketle besinlerden elde edilen enerjinin vücuttaki hücresel faaliyetlerin sürdürülmesi, organların çalışması, vücut ısısının korunması ve günlük yaşam aktivitelerinin sürdürülmesindeki rolünü açıklayınız.*
3. *Besinlerden elde edilen enerjinin canlının metabolik süreçlerine (kas faaliyetleri, biyosentez, sinirsel iletim, aktif taşıma vb.) katkısıyla ilgili bilim dergileri, bilimsel makaleler vb. güvenilir kaynakları kullanarak bilgileri/verileri toplayınız.*
4. *Topladığınız bilgileri/verileri kaydediniz.*
5. *Topladığınız bilgileri/verileri öğretmeninizin rehberliğinde tablo, grafik, diyagram gibi görsel formatlardan seçtiğiniz birine dönüştürerek daha anlaşılır hâle getiriniz.*
6. *Besinlerden elde edilen enerjinin canlıların metabolik süreçlerine etkisini ve katkısını belirlemek üzere topladığınız bilgileri yorumlayarak değerlendiriniz.*
7. *Öğretmeninizin rehberliğinde hazır ve işlenmiş gıda tüketimi ile tek tip besin tüketiminin metabolizmaya etkilerini sınıf arkadaşlarınızla birbirinizin farklı bakış açılarını da gözeterek tartışınız.*
8. *Besinlerden elde edilen enerjinin canlının metabolik süreçlerine (kas faaliyetleri, biyosentez, sinirsel iletim, aktif taşıma vb.) katkısıyla ilgili yorum ve değerlendirmenizi yazınız.*

Değerlendirme

Puanlama Anahtarı

Besinlerden Elde Edilen Enerjinin Canlının Metabolik Süreçlerine Katkısı

Metabolizma-Enerji

Canlılar büyüyüp gelişebilme, üreme, kas faaliyetleri, biyosentez, sinirsel iletim, aktif taşıma, yıpranan doku ve organların onarımı, vücuttaki hücresel faaliyetlerin sürdürülmesi, organların çalışması, vücut ısısının korunması gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Vücudun ihtiyacı olan enerji besinlerden sağlanır.

Hücrede besinlerden enerji elde edilmesi ve enerjinin harcanması metabolik süreçlerin bir parçasıdır. **Metabolizma**, canlı organizmalarda yaşamın sürdürülebilmesi için gerçekleşen kimyasal reaksiyonların bütünüdür. Metabolik olaylar, anabolizma ve katabolizma olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Basit yapıdaki moleküllerin birleştirilerek daha karmaşık yapıdaki moleküllerin sentezlendiği metabolik yapım tepkimelerine **anabolizma** denir. Bitkilerin fotosentezle karbohidrat, protein, vitamin gibi organik besin sentezlemesi anabolik tepkime örneğidir. Büyük moleküllerden daha küçük moleküllerin oluşturulduğu yıkım tepkimelerine ise **katabolizma** denir. Sindirim ve solunum olayları katabolik tepkimelerdir.

Farklı Besin Gruplarının Enerji Değerleri

Enerji ihtiyacı süreklidir. Bu nedenle besin tüketiminin de yeterli ve dengeli olması gereklidir. Canlılığın devamı için gerekli olan enerji; besinlerle alınan karbohidratlar, yağlar ve proteinlerden sağlanır. Besinlerin çeşidine göre içerdikleri yağ, karbohidrat ve protein miktarları farklıdır. Besinlerin enerji değeri içerdikleri besin ögelerinin çeşitlerine ve miktarına göre değişiklik gösterir. Enerji, besinlerin hücresel solunumda oksijenle tepkimeye girerek ATP üretmesiyle açığa çıkar.

Yağlar, bol miktarda C-H bağı içeren moleküllerdir. Karbohidratların oksijen içeriği daha yüksektir ve C-H bağları daha azdır. Bu nedenle hücresel solunumda yağlar, karbohidratlara göre daha fazla oksijen kullanarak 2 kat daha fazla ATP üretir.

Besinlerden elde edilen enerji miktarı **kalori** olarak adlandırılır. Bir kilokalori (kcal) 1.000 kaloridir. Bir kalori, 1 gram (g) suyun sıcaklığını 1°C artırmak için gereken ısı enerjisi miktarıdır. Yiyecek paketlerinin üzerindeki "kalori" ibaresi kilokalori miktarını belirtir. Yiyecek paketlerinin üzerinde kilokalori yanında çoğu kez enerji ile ilgili olarak kilojul (kilojul = kJ) birlikte kullanılır. Bir jul 0,239 kilokaloriye, 1 kilokalori ise 4,184 jule eşittir.

Enerji veren besin ögelerinin birer gramının oksijenli solunumla vücuda sağladığı ortalama enerji miktarı aşağıda tablo olarak verilmiştir *(Tablo 1.4)*.

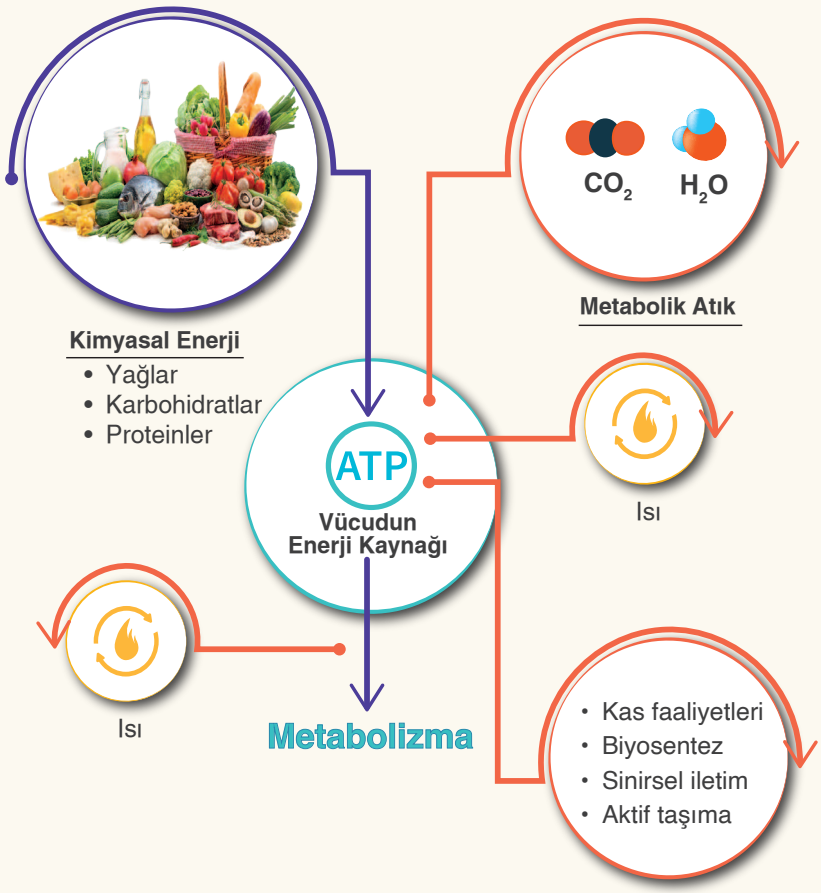
Tablo 1.4: Farklı Besin Gruplarının Enerji Değerleri ve Özellikleri

Besin Grubu	Temel Bileşenler	1 Gramının Enerji Değeri (kcal/g veya kJ/g)	Özellikler
Karbohidratlar	Glikoz, fruktoz, galaktoz	4,0 kcal/g (16,7 kJ/g)	Hızlı enerji kaynağıdır, hücrelerde oksijenli solunumla enerji üretiminde kullanılır. Tahıl, meyve, sebze, süt gibi gıdalarda bulunur.
Yağlar	Yağ asitleri, gliserol	9,0 kcal/g (37,7 kJ/g)	Uzun süreli enerji depolamada önemli rol oynar.Yağlar; katı ve sıvı yağlar, etler, süt ürünleri ile bitkilerde bulunur.
Proteinler	Amino asitler	4,0 kcal/g (16,7 kJ/g)	Et, süt ürünleri, baklagiller, sebzeler, tahıllar gibi gıdalarda bulunur. Gerektiğinde enerji verici olarak kullanılır.

Kontrol Noktası

Aşağıdaki metin ve görselden yararlanarak verilen soruları cevaplayınız.

Vücuda alınan besinler sindirildikten sonra kan yoluyla hücrelere taşınır. Besinlerle alınan kimyasal enerji, hücresel solunum ile serbest duruma geçer. Canlıların enerjiyi bir formdan diğerine dönüştürme özelliği sayesinde serbest duruma geçen enerji, ATP molekülünün sentezinde kullanılır. Bu süreçte karbondioksit ve su açığa çıkar. ATP molekülünün fosfat bağlarının hidrolizi sonucu kimyasal enerji serbest kalır ve kas faaliyetleri, biyosentez tepkimeleri, sinirsel iletim, aktif taşıma gibi yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi için kullanılır. Böylece besinlerden elde edilen enerji, hücrelerin işlevlerini sürdürebilmesi ve yaşamın devamlılığı için kullanılmış olur. Bu sırada enerjinin bir kısmı çevreye ısı enerjisi olarak verilir.



1. Metabolizma süreci nasıl işler ve besinlerden elde edilen enerji hangi aşamalarda kullanılır?

2. Enerjinin bir formdan diğerine dönüştürülmesi sürecinde hangi molekül sentezlenir?

3. Enerjinin bir kısmı hangi şekilde çevreye verilir?

1. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları

1-5. soruları aşağıda verilen sunum özetlerinden yararlanarak cevaplayınız.

Biyoloji öğretmenleri öğrencilerinden "birincil enerji kaynağının güneş olması, canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliği, bitkilerin güneş ışığını kullanarak fotosentez yapması" vb. bilgiler ışığında canlılık ve enerji ilişkisi hakkında çıkarım yapmalarını ve çıkarımlarından yola çıkarak, enerji dönüşümleri ile ilgili okulda uygulanabilecek bir proje hazırlayıp bu projeyi arkadaşlarına sunmalarını ister.

Birinci Grubun Sunum Özeti

Okul bahçesinin muhtelif yerlerine girişten itibaren enerjisini güneşten sağlayan lambalar takılarak akşamları bu lambalar aracılığıyla okul bahçesi ve binası aydınlatılabilir.

Bu tür lambalar güneş enerjisini elektrik enerjisine, elektrik enerjisini de ışık enerjisine dönüştürerek şehir elektriğinden ve kablolardan tasarruf edilmesini sağlar.

Enerjisini güneşten sağlayan lamba

İkinci Grubun Sunum Özeti

Okulun çatısına güneş panelleri döşenerek okulun ihtiyacı olan elektrik buradan temin edilebilir. Okula araç şarj istasyonu kurularak elektrikli araçların şarj edilmesi sağlanabilir.

Güneş panelleriyle güneş enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülerek enerjiden tasarruf sağlanır. Ayrıca kalan elektrik, ilgili kuruma devredilerek oradan sağlanan gelir ile okul harcamaları karşılanır veya ihtiyacı olan öğrencilere yemek, kırtasiye, giysi vb. yardımlar yapılabilir.

Güneş enerjisi panellerinin görünümü

Üçüncü Grubun Sunum Özeti

Lavabolara sensörlü musluklar takılarak su tasarrufu yapılabilir. Okul binasının çatısındaki yağmur suları bir depoda toplanabilir.

Yağmur sularının bir depoda toplanarak kullanılması su ve dolaylı olarak enerji tasarrufu sağlar. Su, bitki yaşamı için hayati öneme sahiptir. Toplanan su ile okuldaki bitkiler sulanabilir.

Yağmur suyu toplama sistemi

Dördüncü Grubun Sunum Özeti

Okul bahçesinde bulunan ağaçlara kuş yuvası yapılarak yuvaların yanına yem kapları asılabilir, zaman zaman bu kaplara yem ilave edilebilir. Kuşlar özgürce uçar; mevsime göre ağaçlardaki böcekleri, bitki tohumlarını, meyveleri ve yem kaplarındaki yemleri yiyerek beslenir. Kuş yuvaları onlar için sığınak olur.

Ağaca asılmış kuş yuvası

1. Bitkilerin sulanması ile enerji dönüşümü arasında nasıl bir bağ kurulabilir? Üçüncü grubun sunumunda bahsedilen yağmur sularının toplanması ve okuldaki bitkilerin sulanması konusunu dikkate alarak bu durumu birkaç cümle ile açıklayınız.

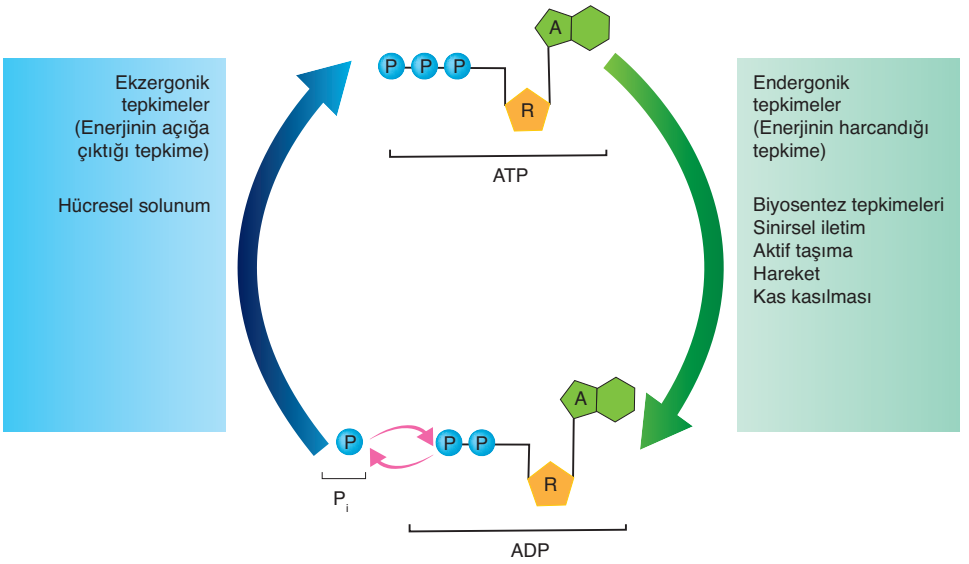
2. Kuşlar ağaçlardaki böcekleri, bitki tohumlarını ve meyveleri yediğinde burada hangi enerji dönüşümleri gerçekleşir? Cevabınızı birkaç cümle ile yazınız.

3. Ağaçlara kuş yuvası yapılması ve yem kabı asılması konusunda sunum yapan öğrencilere projeleri ve enerji dönüşümü arasında nasıl bir bağ kurdukları sorulsaydı sizce öğrenciler bu soruya ne cevap verirlerdi? Tahminde bulunarak birkaç cümle ile düşüncelerinizi belirtiniz.

4. Bu projelerden en çok hangisi dikkatinizi çekti? Neden?

5. Bu konu ile ilgili başka ne gibi projeler yapılabilir? Düşüncelerinizi yazınız.

6-9. soruları aşağıda verilen ATP döngüsü ile ilgili şemadan yararlanarak cevaplayınız.



6. ATP, hücrede hangi yollarla üretilir?

7. ADP, ATP'ye nasıl dönüşür?

8. ADP ve ATP arasındaki farklar nelerdir?

9.

I. Sinirsel iletim

II. Protein sentezi

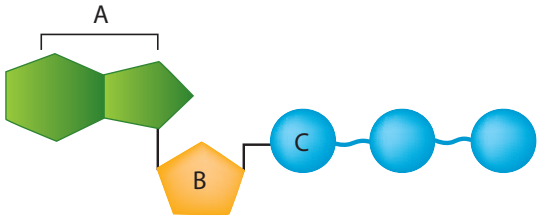
III. Fermantasyon

IV. Aktif hareket

Verilen olaylardan hangileri gerçekleşirken ATP harcanır?

A) II ve III B) II ve IV C) III ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

10. Aşağıdaki görselde ATP molekülünün yapısı verilmiştir.



Buna göre görseldeki harflendirilmiş kısımlar ile ilgili

I. A adenin bazıdır.

II. B riboz şekeridir.

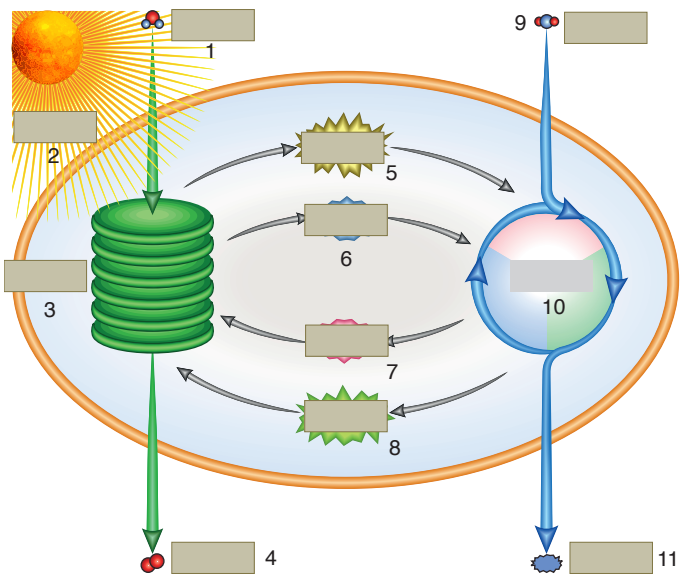
III. A ve B glikozit bağı ile birbirine bağlanır.

IV. C fosfat bağıdır.

V. B ve C ester bağı ile birbirine bağlanır.

açıklamalarından hangileri doğrudur? Gerekçesiyle yazınız.

11-13. soruları aşağıda verilen fotosentez reaksiyonlarının genel aşamalarını gösteren görselden yararlanarak cevaplayınız.



11. Fotosentez reaksiyonlarının genel aşamalarını gösteren modeldeki numaralandırılmış boşlukları, kutucukta verilen kavramları kullanarak doldurunuz.

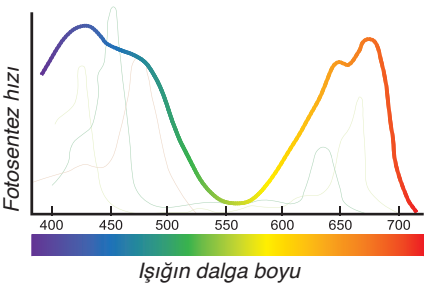
granum	$C_6H_{12}O_6$	ışık	H_2O	Calvin döngüsü	NADP	NAD
ATP	ADP	NADPH	CO_2	P_i	O_2	N

12. Işığa bağlı ve ışıktan bağımsız evreyi karşılaştırarak ışığa bağlı evrede hangi ürünlerin oluştuğunu belirleyiniz.

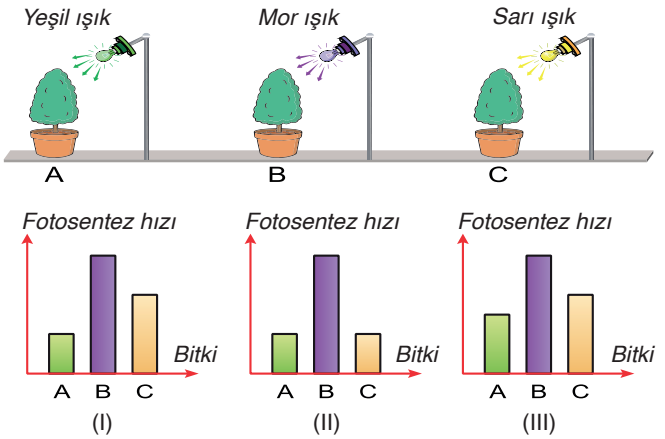
13. Işığa bağlı evrede üretilen ürünlerin ışıktan bağımsız evredeki kimyasal tepkimelere etkisi nedir?

14-15. soruları aşağıda verilen açıklama ve grafikten yararlanarak cevaplayınız.

Fotosentez 350-780 nm dalga boyu aralığındaki görünür ışıkta gerçekleşir. Fotosentez hızı, soğurulan ışığın dalga boyuna bağlı olarak farklılık gösterir.
Yaklaşık olarak mor ışığın dalga boyu 380-450 nm, mavi ışığın dalga boyu 450-495 nm, yeşil ışığın dalga boyu 495-570 nm, sarı ışığın dalga boyu 570-590 nm aralığındadır.



14. Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisini gözlemlemek üzere düzenlenen deney düzeneği ve deney sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda çizilen sütun grafikleri aşağıda verilmiştir. Bu grafiklerden hangilerinin yanlış olduğunu belirleyiniz ve neden yanlış olduklarını kısaca açıklayınız.



15. Yeşil ışığın fotosentez üzerindeki etkisi nedir?

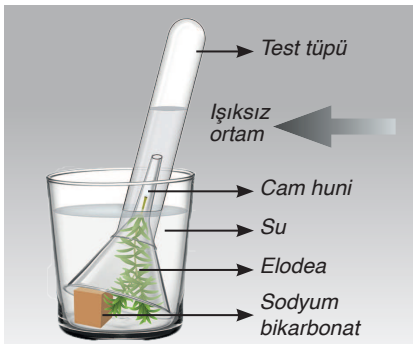
16-21. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Bir grup öğrenci, ışığın fotosenteze olan etkisini gözlemlemek üzere su bitkisi *Elodea* ile ortam sıcaklığının sabit tutulduğu kontrollü bir deney yapmak için üç ayrı deney düzeneği hazırlamıştır.

1. Deney

Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) eklenen su dolu cam bir kabın içine dalından kesilmiş taze *Elodea* bitkisi yerleştirilerek bir deney düzeneği oluşturulmuştur. Bitki ışıksız ortamda 10 dakika bekletilmiş, daha sonra *Elodea* bitkisinin üzerine cam huni ve test tüpü kapatılmış, bitki ışıksız ortamda bırakılmıştır.

Not: Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) karbondioksit sağlamak için suya eklenir. Karbondioksit, fotosentez hızının artmasını sağlar.

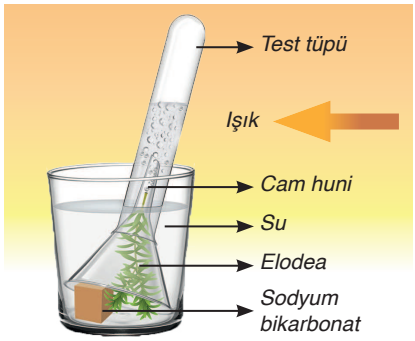


25 °C

2. Deney

Birinci deney düzeneğinde olduğu gibi hazırlık yapılmıştır. Düzenek, *Elodea* bitkisi güneş görecek şekilde cam kenarına yerleştirilmiştir. Bitkinin ışık yoğunluğuna alışması için 10 dakika beklenmiş, sonra bitkinin üzeri cam huni ve test tüpü konularak kapatılmıştır.

Not: Işık kaynağı olarak masa lambası kullanılabilir.



25 °C

3. Deney

Beş öğrenciden oluşan bir grup, birinci deney düzeneğinde olduğu gibi hazırlık yapmış; *Elodea* bitkisini güneş görecek şekilde cam kenarına yerleştirmiş ve ışık şiddetinin fotosenteze etkisini gözlemlemek için aşağıdaki deneyi uygulamıştır.

Ortamdaki diğer tüm ışık kaynakları karartılmış ve bir masa lambası ışık kaynağı olarak bitkinin 10 cm uzağına yerleştirilmiştir. Bitkinin ışık şiddetine alışması için bir süre beklenmiştir. Daha sonra 2 dk. boyunca bitkinin ürettiği gaz kabarcıkları sayılarak çıkan sonuç not edilmiştir.

Diğer düzenekte ışık kaynağı bitkinin 15 cm uzağına yerleştirilmiştir. Bitkinin ışık şiddetine alışması için bir süre beklenmiştir. Daha sonra 2 dk. boyunca bitkinin ürettiği gaz kabarcıkları sayılarak çıkan sonuç not edilmiştir.

Gruptaki her öğrenci bu deneyi ışık kaynağını bitkinin 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm ve 30 cm uzağına yerleştirerek tekrarlamıştır. Deneyden elde ettikleri sonuçları aşağıdaki gibi tabloya yazmışlardır.

Fotosentez Hızı = Dakikada Üretilen Kabarcık Sayısı

Işık Kaynağının Bitkiye Olan Uzaklığı	2 Dakika Boyunca Çıkan Kabarcık Sayısı
10 cm	120
15 cm	54
20 cm	30
25 cm	17
30 cm	13

Sonuç

(Işıksız ortamdaki deney düzeneği kontrol amacı ile yapılmıştır.)

- Işıksız ortamda test tüpünün içinde hava kabarcığı çıkışı olmadığı gözlemlenmiştir.
- Işıklı ortamdaki *Elodea* bitkisi yeterli miktarda ışık aldıktan bir süre sonra deney tüpünden hava kabarcıkları çıktığı ve tüpün üst kısmında gaz toplandığı gözlemlenmiştir.
- Işık kaynağının bitkiye olan uzaklığı değiştiğinde bitkiden çıkan kabarcık sayısı da değişmiştir.

16. Işıklı ortamdaki kapta kabarcık oluşumunun sebebi nedir?

17. Işıklı ortamdaki test tüpünde biriken gazın adı nedir?

18. Test tüpündeki gazı test etmek isteyen öğrenciler, yanan bir kibriti biriken gaza yaklaştırdıklarında kibrit alevinde parlama olduğunu görmüştür. Alevin parlamasının nedeni nedir?

19. *Elodea* bitkisinin ışık kaynağına olan uzaklığı ile bitkinin çıkardığı kabarcık sayısı arasında nasıl bir ilişki vardır?

20. Işık kaynağının uzaklaştırılmasının bitkinin çıkardığı kabarcık sayısı üzerindeki etkisi nedir?

21. Kabarcık çıktığı sırada bitkide hangi ürünler üretiliyor olabilir?

22-23. soruları aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Dev tüp solucanları

Derin deniz araştırma denizaltısı Alvin'le 1977 yılında Galapagos yakınlarında ilk kez bir sıcak su ağzına inen araştırmacılar hiç beklemedikleri bir manzarayla karşılaşırlar. Sıcak su ağzı yoğun bir şekilde omurgasız hayvanlarla çevrilidir. Bu hayvanların bir bölümü, midye gibi tanıdık hayvanların dev biçimlerinden ibarettir ya da dev tüp solucanları gibi hiç bilinmeyen canlılardır. Araştırmacılar karşılaştıkları ekosistemin karmaşıklığı ve çeşitliliği karşısında şaşırırlar. Ancak asıl merak ettikleri soru şudur: Güneş ışığından ve bilinen her türlü besin kaynağından yoksun bu ekosistemi besleyen kaynak nedir?

Biyoloji öğretmeni, önceki derste yukarıdaki bilgileri vererek öğrencilerinden metindeki sorunun cevabı ile ilgili araştırma yapmalarını ister. Genel ağdaki güvenilir kaynaklardan yararlanan Ayşe, ulaştığı bilgileri defterine yazarak sınıf arkadaşlarıyla paylaşır.

Ayşe'nin Defteri

Sıcak su ağzında yaşayan üretici canlılar, besin üretmek için basit moleküllerdeki kimyasal enerjiden yararlanan bakterilerdir. Bakterilerin gerçekleştirdiği bu olaya kemosentez adı verilir. Kemosentez yapan bakteriler; sıcak su içinde çözünmüş hidrojen sülfür, hidrojen, metan gibi gazlardaki kimyasal enerjiyi kullanıp, karbondioksitle hidrojenleri birleştirerek besin yapmaktadır.

22. Işığın ulaşamadığı sıcak su ağızlarında çeşitli omurgasız hayvanlar yaşamını nasıl devam ettirir?

23. Kemosentez yapan canlıların azalması ya da yok olması derin deniz ekosistemini nasıl etkiler?

24-25. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Bilim tarihinde fotosentezi açıklayan pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak fotosentezle ilgili ilk çalışmanın 17. yüzyılda Van Helmont tarafından yapıldığı bilinmektedir. Van Helmont, 2,5 kg ağırlığındaki bir söğüt fidanını sadece sulayarak beş yıl boyunca gözlemlemiş ve deneylerinin sonucunda büyüyen fidanın ağırlığının artışını sağlayan faktörleri açıklamaya çalışmıştır. Fotosentez mekanizmasının henüz aydınlatılmadığı dönemde Helmont'un deneylerinden elde ettiği sonuç bugün geçerli olmasa da yapılan deneylerin yöntem olarak günümüzdeki deneylerle benzerlik göstermesi önemlidir.

24. Helmont'un deneyinin sonucunu yorumlayacak olsanız söğüt fidanının büyümesini nasıl açıklarsınız?

25. Bilim tarihinde Helmont'un çalışmaları dışında fotosentezi açıklayan diğer çalışmalar nelerdir?

26-27. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Fotosentez için ışığın gerekli olduğunu kanıtlamak isteyen bir öğrenci aşağıdaki deneyi tasarlamıştır. Deneyde

- Eşit büyüklükte ve aynı türden iki saksı bitkisi kullanılmıştır.
- Saksılardan biri 1 hafta boyunca tamamen karanlıkta, diğeri de aynı süre boyunca aydınlık ortamda tutulmuştur.
- Bitkiler ihtiyacına göre belirli aralıklarla ve eşit miktarda su ile sulanmıştır.
- Her iki bitki oda sıcaklığında tutulmuştur.

26. Deneyin sonucunda karanlık ve aydınlık ortamlarda bırakılan bitkilerde ne tür değişimler olmasını beklersiniz? Açıklayınız.

27. Fotosentezde sıcaklığın etkisini gözlemlemek için bir deney tasarlayacak olsaydınız yukarıdaki deney aşamalarından hangilerinde değişiklik yapardınız? Açıklayınız.

28-32. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

İnek ve koyunların yetiştirildiği bir çiftlikteki hayvanların otlatılması sırasında eğitimli köpekler, sürü güvenliğini sağlamada çiftlik çalışanlarına yardımcı olmaktadır. Çiftlikte ulaşım araçlarla ve atlarla sağlanmaktadır. Ayrıca çiftliğin bir bölümünde kümes hayvanlarından tavuk, horoz ve kaz beslenmektedir. Çiftlikte yaşayan tüm hayvanlar veteriner kontrolü altında tutulup bu hayvanların olası beslenme ve sindirim sorunlarına yönelik gerekli tedbirler alınmaktadır. Çiftliği gezmeye giden bir grup öğrenci farklı beslenme şekillerine sahip hayvanları incelemişlerdir. Bu öğrencilerden biri olarak bu projede görev aldığınızı düşününüz.

28. Çiftlikte yaşayan hayvanlar hangi beslenme şekillerine sahiptir?

29. Beslenme şekilleri sindirim sistemlerinde nasıl farklılıklar oluşturmuş olabilir?

30. Bu canlılardaki sindirim çeşitleri ve yapılarını sınıflandırmanız istense hangi ölçütleri kullanırdınız?

31. Canlıların sindirim çeşitleri ve yapılarını kullandığınız ölçütlere göre ayrıştırıp nasıl gruplandırırsınız?

32. Çiftlikteki hayvanların sindirim çeşitleri ve yapılarını nasıl isimlendirirsiniz?

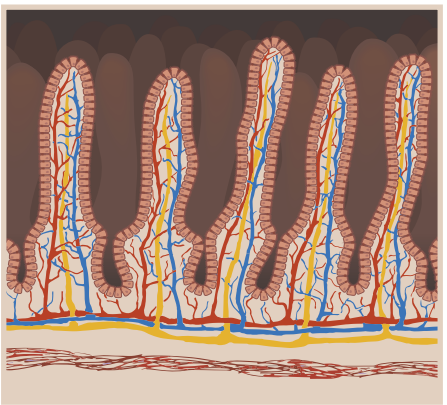
33-36. soruları aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

İnsanda besinlerden enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliğiyle ilgili araştırma yapan öğrencilerden Ali ve Aysel, sırasıyla aşağıdaki bilgilere ulaşmıştır.

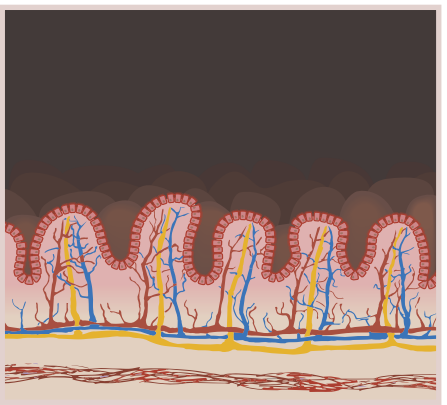
Ali: Tüketilen yiyecekler vücudun temel enerji kaynağını oluşturur. Sağlıklı, genç bir insanın günlük enerji ihtiyacı yaklaşık 2.500-3.000 kalori arasındadır. Gıdalarda bulunan besin maddeleriyle vücuttaki hücrelerin ihtiyaç duyduğu enerji ve gerekli diğer maddeler sağlanır. Dengeli beslenme için günlük enerji ihtiyacının yaklaşık %15'inin proteinlerden, %60'ının karbohidratlardan ve %25'inin yağlardan karşılanması gerekir. Ancak tüketilen gıdaların enerjiye dönüşebilmesi ve diğer besin maddesi ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için öncelikle sindirim sistemi sayesinde gıdaların yapı taşlarına kadar parçalanması gerekir. Böylece besinler vücudun emebileceği ve kullanabileceği hâle getirilir.

Aysel: İnsanların sindirim sisteminde sindirilmiş besinlerin emilimi büyük oranda ince bağırsakta gerçekleşir. İnce bağırsağın iç yüzeyinde a görselindeki gibi parmak şeklinde ve çıkıntılar hâlinde villuslar bulunur. Villusların iç kısmında kılcal kan damarları ile lenf kılcalları bulunur. Bazı bireylerde b görselinde gösterildiği gibi çeşitli nedenlerle (alerjik, bağışıklık sistemine bağlı olarak veya gluten etkisiyle) villuslar hasar görebilir. Bu durum sağlık açısından sorun oluşturabilir.

Ali ve Aysel araştırmaları sonucunda ulaştıkları bilgileri derste arkadaşları ve öğretmenleriyle paylaşmıştır.



a) Normal villus



b) Hasarlı villus

33. Ali'nin ulaştığı bilgilere göre vücuda alınan besinlerin (örneğin bir öğünde tüketilen besinlerdeki karbohidrat, protein ve yağın) enerjiye dönüşebilmesi için öncelikle sindirim sisteminin hangi kısımlarından ve hangi süreçlerden geçmesi gerekir?

34. Ali'nin yaptığı araştırmaya göre tüketilen gıdaların enerjiye dönüşebilmesi sürecinde besinler, sindirim sisteminin hangi kısımlarında enzim kullanılarak daha küçük moleküller hâline getirilir?

35. Besinlerden enerji elde edilmesi sürecinde emilimin gerekliliği göz önünde bulundurulduğunda hangi görseldeki villusta besin emiliminin daha fazla olabileceğini gerekçesiyle açıklayınız.

36. Görseldeki villusların iç kısmında kılcal kan damarları ile lenf kılcalları bulunmasını nasıl açıklarsınız?

37-38. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Sınıfta "canlılarda enerji üretimi" konusunu tekrar etmek isteyen öğretmenlerinden söz alan öğrenciler aşağıdaki açıklamaları yapmıştır.

Ayşe: Enerji üretimi canlılarda ortaktır. Çünkü canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjiye ihtiyaçları vardır. Oksijenli solunum tepkimeleri sonucunda ATP üretildiğinden tüm canlılar oksijenli solunum yapar.

Ahmet: Enerji üretimi canlılarda ortaktır ancak tüm canlılar oksijenli solunum yapamazlar. Bazı canlılar oksijenli solunum, bazıları oksijensiz solunum, bazıları ise glikozun etil alkole ya da laktik aside dönüşümü sürecinde enerji üretirler.

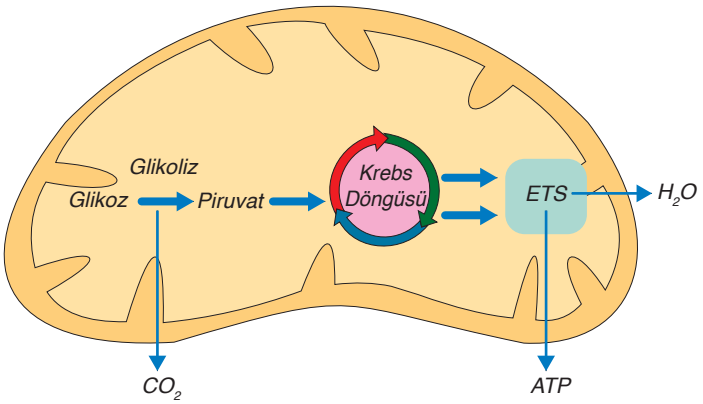
Ozan: Canlıların enerji üretiminde hangi metabolik yolları kullandıklarına bakılmaksızın enerji üretim tepkimelerinin ortak basamağı glikolizdir. Aslında glikoliz, tek bir tepkime basamağından çok tepkimeler dizisi olarak ifade edilir.

37. Söz alan öğrencilerden hangisi yanlış açıklamada bulunmuştur? Açıklamanın doğrusunu yazınız.

38. Enerji üretiminde ortak metabolik yol olan glikolizde ne kadar ATP üretilir?

39-42. soruları aşağıda verilen metinden ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Ökaryot bir hücrede gerçekleşen oksijenli solunumu modellemek isteyen Berna, aşağıdaki görselde verildiği gibi bir model tasarlamış ve tasarladığı modeli bilimsel modelle karşılaştırmıştır. Yaptığı karşılaştırma sonucunda modelinde hatalı ve eksik kısımlar olduğunu fark etmiştir.



39. Berna'nın tasarladığı modelde hatalı olan kısımlar nelerdir? Yazınız.

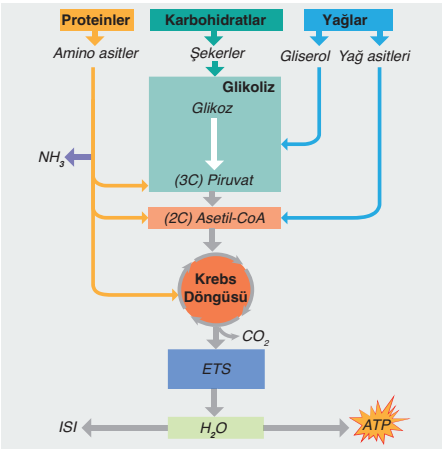
40. Berna'nın tasarladığı modelde hatalı veya eksik kısımları düzeltecek olsaydınız hangi kısımlara ne yazardınız?

41. Berna tasarladığı oksijenli solunum modelinde oksijenin kullanıldığı aşamayı ayrıca belirtmemiştir. Modeli inceleyen öğretmeni, bunun bir hata ya da eksiklik olmadığını ifade etmiştir. Ancak Berna'dan modelinde oksijenin hangi aşamada kullanıldığına ve nasıl bir görevi olduğuna dair bir açıklama yapmasını istemiştir. Buna göre Berna'nın öğretmenine yapacağı doğru açıklama ne olabilir?

42. Berna prokaryot bir hücrede gerçekleşen oksijenli solunum modeli tasarlasaydı tepkimeleri hücrenin hangi kısımlarında göstermesi gerekirdi?

43-46. soruları aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Karbohidrat, protein ve yağ içeren besinler oksijenli solunumda enerji verici olarak kullanılır. Bunun için öncelikle bu besinler sindirime uğrayarak yapı taşlarına ayrılır. Bu moleküller, oksijenli solunumun farklı basamaklarından reaksiyonlara katılarak enerji elde etmede kullanılır. Aşağıdaki görselde besinlerin hücre solunumunda kullanılma yolları verilmiştir.



43. Besinlerin hücresel solunumda farklı basamaklardan reaksiyona girmesinin sebebi nedir?

44. Farklı besin gruplarından enerji elde edilmesi süreçlerinde gözlenebilen farklılıklar nelerdir?

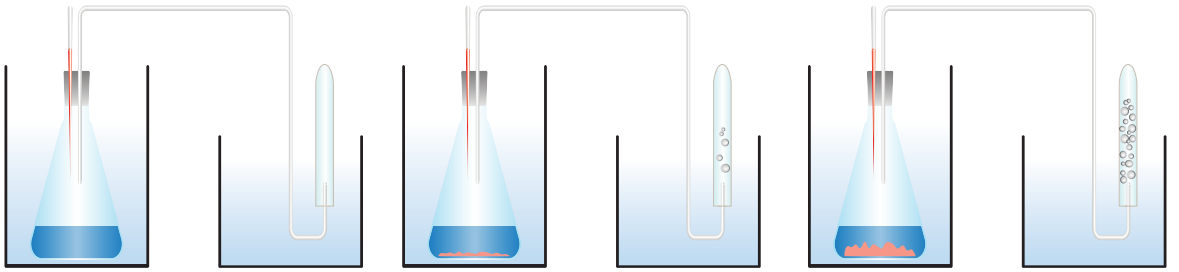
45. Hangi besinler solunumda benzer metabolik yollarda kullanılır?

46. Aşağıdaki metinde boş bırakılan yerleri tabloda verilen kelimelerle tamamlayınız.

Asetil-CoA	Piruvat	ATP	Glikoliz	H_2O	NH_3	Krebs döngüsü	CO_2

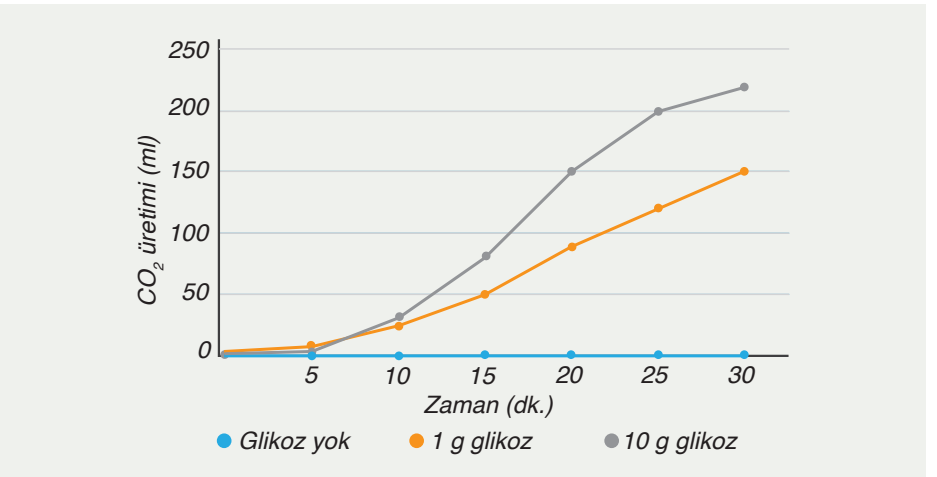
Karbohidratların sindirim ürünü olan glikoz, ... evresinden itibaren hücresel solunuma katılır. Yağların sindirim ürünü olan yağ asitleri ..... dönüşerek Krebs döngüsüne girer, gliserol ise glikolizin ara basamaklarından hücresel solunuma katılır. Proteinlerin sindirim ürünü olan amino asitlerin hücresel solunuma girebilmesi için önce yapılarında bulunan amino grupları ayrılır. Daha sonra amino asitler, karbon sayısına göre Asetil-CoA, ... veya Krebs döngüsünden solunuma girer. Bu katabolik reaksiyonlar sonucunda ..... elde edilir ve ısı açığa çıkar. Ayrıca CO_2 ve ..... oluşur. Proteinlerin katabolizması sonucu farklı olarak ..... oluşur.

47-51. soruları aşağıda verilen deney düzeneklerinden ve zamana bağlı CO_2 üretimi grafiğinden yararlanarak cevaplayınız.



1. Deney Düzeneği	2. Deney Düzeneği	3. Deney Düzeneği
Glikoz yok.	1 g glikoz	10 g glikoz
Sıcaklık: 37 ^{0}C	Sıcaklık: 37 ^{0}C	Sıcaklık: 37 ^{0}C
pH: 4,5	pH: 4,5	pH: 4,5
5 g maya	5 g maya	5 g maya

Etil alkol fermantasyonu ile ilgili hazırlanan 3 farklı deney düzeneğinde ortam sıcaklıkları ve pH değeri eşit tutularak her bir maya çözeltisine farklı miktarlarda glikoz eklenmiştir. Deney sonunda 30 dakikalık sürede CO_2 üretimindeki değişimi gösteren grafik aşağıda verilmiştir.



CO_2 üretim grafiği

47. 1. deney düzeneğinde maya hücreleri neden CO_2 üretememiştir?

48. 3. deney düzeneğinde 2. deney düzeneğine göre daha fazla CO_2 üretiminin sebebi nedir?

49. Sıcaklık daha düşük veya daha yüksek tutulsaydı CO_2 üretimi bu durumlardan nasıl etkilenirdi?

50. Etil alkol fermantasyonunu kısaca açıklayarak günlük hayatta bu fermantasyonun kullanım alanlarına örnek veriniz.

51. Verilen deneyde kontrol değişkenleri, bağımlı değişken, bağımsız değişken nelerdir? Yazınız.

52-56. soruları aşağıda verilen metin ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Gebe bir kadının beslenmesi ile karnındaki bebeğin sağlığı arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Gebelik boyunca anneden plasenta aracılığı ile bebeğe geçen besinler yeni hücre ve organların oluşumunda, metabolik faaliyetler gibi olaylarda kullanılır. Kadın gebeliği süresince

a) Kendi fizyolojik gereksinmelerini (enerji ve besin ögeleri) karşılamak,

b) Vücudundaki besin depolarını (besin ögeleri yedeğini) dengede tutmak,

c) Anne karnındaki bebeğin sağlıklı bir şekilde bedensel, zihinsel büyümesini ve gelişmesini sağlamak,

ç) Emzirmeye hazırlık için yeterli ve dengeli beslenmek zorundadır.

Gebelik öncesinde normal bir kadının günlük 2.000-2.100 kaloriye ihtiyacı varken gebelik döneminde enerji ihtiyacı 2.150-2.400 kaloriye kadar çıkar. Doğumdan sonraki emzirme döneminde ise günlük enerji ihtiyacı 2.500-2.600 kalori civarındadır.

T.C. Sağlık Bakanlığına göre gebelikte veya emzirme döneminde bir kadının ihtiyacı olan günlük besin miktarları aşağıda verilmiştir.

Besin Grupları	Miktar
Süt, yoğurt	2 su bardağı (400-500 ml)
Peynir	2 kibrit kutusu kadar (60 g)
Et, tavuk, balık	3-4 porsiyon
Yumurta, kuru baklagiller	1 porsiyon
Taze sebze ve meyveler	5-7 porsiyon
Ekmek	4-6 dilim
Pirinç, bulgur, makarna vb.	Hiç veya 2-3 porsiyon

52. Gebelik veya emzirme döneminde olan bir kadın sadece taze sebze ve meyve, süt, yoğurt tüketerek beslenmektedir. Bu dönemde artan enerji ihtiyacını karşılamak ve daha sağlıklı beslenmek için kadının tablodaki hangi besinleri de öğünlerine eklemesi gerekir?

53. Gebe olmayan bir kadın ile gebelik veya emzirme döneminde olan bir kadının günlük enerji ihtiyacı neden farklıdır?

54. Gebelik döneminde annenin tükettiği besinlerden elde edilen enerji, annenin vücudunda hangi metabolik olaylarda kullanılır?

55. Gebelik döneminde bebeğin anneden aldığı besinlerden elde edilen enerji hangi metabolik olaylarda kullanılır?

56. Gebelik ve emzirme döneminde annenin yeterli beslenememesinin bebekte gerçekleşen metabolik olaylara etkisi ne olur?

57-60. soruları aşağıda verilen metin ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Bir grup öğrenci fotosentezin verimliliğini etkileyen faktörleri incelemek amacıyla bir deney tasarlamıştır. Deneyin amacı, ışık yoğunluğundaki değişikliklerin fotosentez sürecine etkisini anlamaktır. Bu kapsamda öğrenciler şu soruyu oluşturmuşlardır:

Deney Sorusu: Işık yoğunluğu arttıkça fotosentezle üretilen oksijen miktarı nasıl değişir?

Hazırlık sürecinde öğrenciler, deneyin uygulanabilirliğini göstermek için takip edecekleri bilimsel yöntem basamaklarını ve açıklamalarını içeren bir tablo düzenlemişlerdir.

57. Aşağıda öğrencilerin deney tasarımı için hazırladıkları tablo verilmiştir. Tablodaki bazı aşamaların açıklamaları eksik veya hatalıdır. Eksik ve hataları belirleyerek düzeltmelerinizi uygun boşluklara yazınız.

Aşama	Açıklama	Eksiklikler/Hatalar ve Düzeltmeler
Gözlem Yapma	Bitkiler ışık aldıklarında fotosentez yapar ve O_2 üretir.	**Eksiklik:** Fotosentezin sadece ışığa bağlı olmadığı belirtilmemiştir. **Düzeltme:** Bitkiler ışık ve karbondioksit aldıklarında fotosentez yapar ve O_2 üretir.
Problemi Belirleme	Işık yoğunluğu artarsa bitkinin ürettiği O_2 miktarı değişir mi?	
Veri Toplama	Fotosentez sırasında bitkilerin ışık ve CO_2 kullanarak O_2 ürettiği bilinir. Fakat ışık yoğunluğunun bu süreçteki etkisi net değildir.	
Hipotez Kurma	Işık yoğunluğu artarsa bitkinin ürettiği O_2 miktarı azalır.	
Deney Tasarlama	- Bağımsız değişken: ışık yoğunluğu - Bağımlı değişken: üretilen O_2 miktarı - Kontrol değişkenleri: sıcaklık, CO_2 miktarı, bitkinin büyüklüğü ve su miktarı	

58. Deneyin hipotezi oluşturulurken göz önünde bulundurulması gereken en önemli değişken nedir?

59. Deneyde kullanılan kontrol değişkenlerinden hangisinin fotosentez sürecini sabit tutması daha zor olur? Neden?

60. Öğrenciler sonuçları değerlendirdiklerinde ışık yoğunluğunun arttığı durumda üretilen oksijen miktarının da arttığını gözlemlemiştir. Bu bulgular hipotezleriyle nasıl bir ilişki içindedir?

61-63. soruları aşağıda verilen metin ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Pelin bir atletizm yarışmasına katılmaya hazırlanmaktadır. Yarışma öncesinde antrenörü ona enerji seviyesini yüksek tutması için dengeli bir diyet önerir. Bu diyet; karbohidrat, yağ ve proteinlerin dengeli bir şekilde alınmasını içermektedir. Antrenörü, Pelin'e bu besin gruplarından elde edilen enerjinin nasıl kullanıldığını ve vücutta nasıl işlendiğini açıklar; üzerinde çalışması için bir tablo verir. Ancak Pelin bu besin gruplarının enerjiye nasıl dönüştüğünü ve bunlarda hangi farkların olduğunu daha iyi anlamak istemektedir. Bu nedenle tabloyu dikkatli bir şekilde inceler.

Besin Gruplarının Enerji İçerikleri ve Özellikleri

Besin Grubu	Enerji İçeriği (kcal/gr)	Oksijenli Solunum Süreci	Besin Kaynakları	Kullanım Süresi	Yüksek Enerji Uygulamaları
Karbohidrat	4	Glikoliz → Piruvatın Asetil-CoA'ya dönüşümü → Krebs döngüsü → ETS	Ekmek, makarna, pirinç, meyveler	Hızlı, kısa süreli	Yoğun fiziksel aktiviteler (koşma, bisiklet sürme)
Yağ	9	Yağ asitleri → Krebs döngüsü → ETS	Zeytinyağı, avokado, kuruyemişler	Yavaş, uzun süreli	Uzun süreli dayanıklılık aktiviteleri (maraton)
Protein	4	Amino asitler → Krebs döngüsü → ETS	Et, balık, yumurta, süt ürünleri	Orta, uzun süreli	Uzun süreli fiziksel aktivitelerde az kullanılır.

61. Karbohidratlardan enerji eldesi süreci hakkında Pelin'e nasıl bir açıklama yapardınız? Bu süreçte hangi temel aşamalar yer alır?

62. Yağlardan enerji eldesi sürecinde hangi aşamalar yer alır? Bu süreci karbohidratlardan enerji eldesi süreci ile karşılaştırınız ve benzerlikleri açıklayınız.

63. Pelin, antrenörüyle yaptığı konuşmada proteinlerin enerji eldesinde de kullanılabildiğini öğrenmiştir. Proteinlerden enerji elde edilmesi süreci ile karbohidratlardan enerji eldesi süreci arasındaki farklılıkları açıklayınız.

64-66. soruları aşağıda verilen metin ve tablodan yararlanarak cevaplayınız.

Bir sporcu, yoğun bir antrenman öncesinde enerji gereksinimlerini karşılayacak doğru besinleri seçmenin önemini araştırmaktadır. Antrenman sırasında ihtiyaç duyduğu enerjiyi doğru kaynaklardan sağlayabilmek için vücuduna nasıl ve ne zaman besin alması gerektiğini öğrenmek istemektedir. Sporcu bu süreçte antrenmandan önce tüketilebilecek besin türlerini ve bu besinlerin sağladığı enerji miktarını gösteren 1. tabloya ulaşır. Aynı zamanda bir bireyin günlük aktivite seviyelerine göre harcadığı enerji ve besin tüketimini içeren 2. tablo ile karşılaşır.

1. Tablo: Sporcu İçin Önerilen Besinler, Besinlerin Enerji ve Sindirim Süreleri

Besin Türü	Enerji İçeriği (kcal)	Sindirim Süresi (saat)	Glisemik İndeks (GI)	Protein İçeriği (g)	Yağ İçeriği (g)	Karbohidrat İçeriği (g)
Karbohidratlar	150	2	70	0	0	37
Proteinler	130	3	30	25	0	0
Yağlar	200	5	0	0	22	1
Not: Glisemik indeks, beslenmedeki karbohidrat miktarının kandaki glikoz miktarına (kan şekeri) etkisinin sayısal değeridir.						

2. Tablo: Günlük Aktiviteye Göre Enerji Harcaması

Aktivite	Harcanan Enerji (kcal)	Tüketilen Enerji (kcal)	Aktivite Süresi (saat)	Metabolik Eş Değer (MET)
Egzersiz	600	500	2	7
Günlük İşler	300	400	6	3
Dinlenme	200	100	8	1,2
Not: MET (metabolik eş değer), fiziksel aktivite sırasında vücudun harcadığı enerji miktarını ifade eden bir birimdir. 1 MET, bir kişinin dinlenme hâlindeyken (örneğin otururken ya da uyurken) harcadığı enerji miktarına eşittir ve yaklaşık olarak vücut ağırlığının kilogramı başına dakikada 3,5 mililitre oksijen tüketimine (1 kcal/kg/saat) denk gelir.				

64. Sporcu antrenmandan önce hangi besin türlerini tercih etmelidir? Neden?

65. Sporcu egzersiz sırasında yeterli enerjiye sahip olmak için antrenmandan önce hangi besinleri, hangi miktarda tüketmelidir?

66. Yağların sindirim süresi ve enerjisi göz önüne alındığında sporcunun antrenman sırasında hangi enerji kaynağına öncelik vermesi daha uygun olur?

67-70. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Günümüzde enerji ihtiyacı çoğunlukla fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar sınırlıdır ve çevreye zarar verir, bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Biyokütle, bitki ve hayvanlardan elde edilen organik maddelerdir ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılır. Ancak biyokütle kaynaklarının üretimi için geniş toprak alanlarına ve suya ihtiyaç vardır. Ayrıca bu üretim çevre sorunlarına yol açabilir.

Güneş enerjisi, mikroalgler tarafından geleneksel biyokütle kaynaklarından daha hızlı ve verimli bir şekilde kimyasal enerjiye dönüştürülür. Mikroalglerden yüksek verimle biyokütle elde edilebilir. 1 gram biyokütle üretimi için 2 gram karbondioksit kullanılır. Mikroalglerin yapısındaki karbohidrat, yağ gibi bileşenler doğrudan enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Ayrıca bu maddeler enerji üretimi için çeşitli kimyasal süreçlerle dönüştürülebilir.

67. Mikroalglerin enerji kaynağı olarak kullanılmasının fosil yakıtlardan enerji üretimine göre ne gibi çevresel avantajları olabilir?

68. Mikroalglerin biyokütle kaynağı olarak diğer bitkilerden daha verimli olmasının sebepleri nelerdir?

69. Mikroalglerin geniş ölçekli enerji üretiminde kullanılması fosil yakıtların kullanımını nasıl azaltabilir?

70. Mikroalgler, çevresel sürdürülebilirlik açısından geleceğin enerji kaynaklarından biri olarak değerlendirilebilir mi? Neden?

Daha fazla ölçme ve değerlendirme sorusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

2. TEMA

EKOLOJİ

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Ekosistemler

Ekosistemin Bileşenleri (Cansız ve Canlı Bileşenler), Komüniteler, Popülasyonlar, Tür İçi ve Türler Arası Etkileşimler, Süksesyon, Popülasyon Dinamikleri, Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı, Besin Zinciri, Besin Ağı, Ekolojik Piramitler, Biyolojik Birikim ve Etkileri, Madde Döngüleri (Su, Karbon, Azot Döngüsü)

Ekolojik Sürdürülebilirlik

Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi, Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan/Engelleyen Durumlar, Habitat Kaybı/Parçalanması, Kirlilik ve Çevre Sorunları, Biyoçeşitlilik Kaybı, Ekolojik Sürdürülebilirliğin Sağlanması, Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi, Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması, Atık Yönetimi

► Anahtar Kavramlar

- **rekabet**
- **süksesyon**
- **erozyon**
- **endemik**
- **iklim değişikliği**
- **ötrofikasyon**
- **çevre direnci**
- **taşıma kapasitesi**

► Bu temada sizlerden

- ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri çözümleyebilmeniz,
- komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimleri ve değişimleri sorgulayabilmeniz,
- ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili tümevarımsal akıl yürütebilmeniz,
- madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturabilmeniz,
- ekolojik sürdürülebilirliğin önemini yorumlayabilmeniz,
- çevrenizde sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlarla ilgili gözleme dayalı tahmin yapabilmeniz,
- ekolojik ayak izini küçültebilme yollarını bilimsel olarak sorgulayabilmeniz,
- doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemleri sorgulayabilmeniz,
- çevrenizde atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili bilgi toplayabilmeniz

beklenmektedir.

Tema sonunda sizlerden ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız, konu ile ilgili performans görevlerini yapmanız, karekod ile verilen öz değerlendirme formlarını doldurmanız istenecektir.

Tema Karekodu

Tema Sunusu

Başlarken

Canlı organizmalar, birbirleri ve çevreleri ile sürekli bir etkileşim hâlindedir. Her canlı, hayatta kalmak ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için diğer canlılara ihtiyaç duyar. Ekoloji, bu karmaşık etkileşimleri inceleyen bir bilim dalıdır ve canlı organizmaların çevreleriyle olan ilişkilerini araştırır. Ekolojinin temel birimi ise ekosistemdir.

Ekosistemler, canlı ve cansız bileşenlerden oluşan bütünlerdir. Ekosistemin canlı bileşenlerinin oluşturduğu komünitelerde, tür içi ve türler arası etkileşimler, popülasyon dinamikleri ve canlılar arasında madde ve enerji akışı gözlemlenir. Çevre ve canlılar arasında gerçekleşen madde döngüleri sayesinde yaşamın sürekliliği sağlanır.

Ekoloji bilimi, ekolojik sürdürülebilirliğin önemini kavramaya yardımcı olur. Aynı zamanda sürdürülebilirliği tehdit eden durumların tespiti, ekolojik ayak izinin küçültülmesi ve doğal kaynakların korunması için alınacak önlemler hakkında bilgi edinmeyi sağlar. Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunarak gelecek nesillere aktarılması ve temiz, sağlıklı bir çevrede yaşayabilmek için yapılması gerekenler hakkında bilimsel veriler sunar.

EKOSİSTEMLER

2.1 EKOSİSTEMİN BİLEŞENLERİ

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Sultan Sazlığı Millî Parkı

(…) Sulak alanlar, yağmur ormanlarından sonra biyolojik olarak en zengin ve üretken ekosistemlerden biri. Çünkü sulak alanlar farklı türde birçok canlıya ev sahipliği yaparak beslenme, üreme ve barınma ortamı sağlar. Ayrıca ekolojik döngülerde rol oynar, bünyesindeki organik maddelerle sel sularını emerek ve yavaşlatarak sel kontrolü sağlar ve yer altı sularına kaynak oluştururlar. Türkiye'de 86 tane uluslararası öneme sahip sulak alan var. Bunlardan bazısı sulak alanların korunması amacıyla hayata geçirilen Ramsar Sözleşmesi ile koruma altına alındı. Sultan Sazlığı Millî Parkı da bu sulak alanlar arasında. (...)

(…) Sultan Sazlığı Millî Parkı, Kayseri'nin Yeşilhisar, Develi ve Yahyalı ilçeleri arasında yer alıyor. Toplam alanı 24.357 hektar. Daha önce tabiatı koruma alanlarından biriyken 2006 yılında millî parka dönüştürüldü. Sultan Sazlığı'nın en önemli özelliklerinden biri hem tatlı hem de tuzlu su ekosistemlerinin bir arada bulunması. Örneğin Sultan Sazlığı'nın güneydoğusunda yer alan Yay Gölü tuzlu bir göl. Sultan Sazlığı'nda pek çok farklı kuş türü yaşıyor. Bunlar arasında toy, küçük batağan, bahri, kızıl boyunlu batağan, kulaklı batağan, ak pelikan, karabatak, gri balıkçıl, balaban, leylek, kuğu, yosun kazı, kılkuyruk, çamurcun ve flamingo gibi türler yer alıyor. (…)

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Sultan Sazlığı Millî Parkı'nda çok fazla canlı türünün yaşamasının sebebi ne olabilir?
2. Ekosistemi nasıl tanımlarsınız?

Görsel 2.1
Yavru deniz kaplumbağası

Canlılar ve cansız çevre arasında çeşitli etkileşimler görülür. Bunun sonucunda canlılar yaşamlarını fiziksel çevreyle uyumlu bir şekilde sürdürür. Canlılar; sıcaklık, mevsimler, gün uzunluğu, ışık, su, toprak gibi cansız faktörlerden etkilenir. Örneğin

- gün uzunluğuna (fotoperiyot) bağlı olarak bitkilerin çiçeklenmesi veya yaprak dökmesi; bazı hayvanların kış uykusuna yatması, göç etmesi ve yağ depolaması,
- gelgit olaylarının yaşandığı bölgelerde deniz suyunun çekilmesiyle canlıların yuvalarından çıkıp beslenmesi,
- yumurtadan çıkan deniz kaplumbağalarının ışığa yönelerek denize ulaşabilmeleri *(Görsel 2.1)* gibi durumlar canlı cansız etkileşimlerindendir.

Siz de günlük yaşamdan canlı ve cansızlar arasındaki etkileşimlere ilişkin gözlemlerinizi örnekler vererek arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. Etkinlik

Adı	***Ekosistemin Cansız ve Canlı Bileşenleri***
Amaç	*Ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri çözümleyebilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda sizden bir zihin haritası hazırlamanız beklenmektedir. Hazırlayacağınız zihin haritası öğretmeniniz tarafından hazırlanacak **Puanlama Anahtarı** ile değerlendirilecektir.*

1. *Yakın çevrenizde bulunan okul bahçesi, park, kent ormanı, botanik bahçesi gibi bir ekosistemde gözlem yapınız.*
2. *Gözlemlediğiniz ekosistemin cansız ve canlı bileşenlerini gözlem formuna kaydediniz.*

Gözlemin yapıldığı yer: **Gözlemin konusu:** **Tarih:** **Gözlem süresi:**		
	Gözlem Sonuçları	Yorumlar
Ekosistemdeki cansız bileşenlere ait gözlemlerim		
Ekosistemdeki canlı bileşenlere ait gözlemlerim		
Eklemek istediklerim:		

3. *Gözlemleriniz sonucunda elde ettiğiniz verilerden yola çıkarak ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri belirleyip açıklayınız.*

4. *Karekod ile verilen videoyu izleyiniz.*

Ekosistemin Bileşenleri

5. *İzlediğiniz videodan yola çıkarak ekosistemin bir bileşeninin ortadan kalkması durumunda ekosistemin kendisinin ve diğer ekosistemlerin bu durumdan nasıl etkileneceğini tahmin ediniz.*
6. *Ekosistemi oluşturan bileşenler arasındaki etkileşimin ekosistemin işleyişi üzerindeki etkisini açıklayınız.*
7. *Ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri ile bu bileşenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bireysel olarak zihin haritası oluşturunuz. Zihin haritasını çeşitli uygulamalar aracılığıyla dijital olarak hazırlayabilirsiniz.*

Değerlendirme

Puanlama Anahtarı

Ekosistemin Bileşenleri

Canlıların birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen, araştıran bilim dalına **ekoloji** adı verilir. İnsanlar tarih boyunca günlük yaşamlarını sürdürebilmek için ekoloji bilimi ile iç içe olmuştur. Ekoloji araştırmaları, bireysel organizmalardan gezegene kadar farklı hiyerarşik boyutlarda yapılmaktadır. Örneğin organizma ekolojisi, popülasyon ekolojisi, komünite ekolojisi, ekosistem ekolojisi ve küresel ekoloji ekolojinin farklı boyutlardaki çalışma alanlarını oluşturur. Belirli bir bölgedeki canlı topluluklarının tamamı ve bu canlıların etkileşim hâlinde olduğu cansız çevre **ekosistem** olarak adlandırılır *(Görsel 2.2)*.

Görsel 2.2
Ekosistem örneği

Ekosistemler, varlıklarını sürdürebilmek için gerekli olan cansız (abiyotik) ve canlı (biyotik) tüm bileşenleri içeren birimlerdir. Bir ekosistemdeki cansız ve canlı bileşenler birbirinden ayrılmaz bir bütünü oluşturur. Ekosistemi oluşturan cansız bileşenler; ışık, sıcaklık gibi iklim elemanları ile su, pH ve topraktır. Ekosistemi oluşturan canlı bileşenler işlevlerine göre üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardır. Ekosistemlerde cansız ve canlı ögeler birbirine besin zinciri ve madde döngüleri ile bağlıdır.

Görsel 2.3
Akdeniz iklimine uyum sağlamış bitki türleri

Ekosistemin Cansız Bileşenleri

İklim herhangi bir bölgede uzun yıllar hüküm süren hava koşullarının ortalamasına denir. İklim canlıları etkileyen bir faktördür. Işık, sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem gibi fiziksel faktörler iklimi oluşturan temel unsurlardır. Ayrıca volkanik faaliyetler, deniz seviyesi yüksekliği, Ekvator'a uzaklık, yer şekilleri, denize uzaklık gibi faktörler iklimin oluşmasında etkilidir. İklim koşulları ekosistemdeki canlıların dağılışını ve etkinliklerini belirler. Her ekosistemde bulunduğu iklim kuşağına uyum sağlamış canlılar görülür. Örneğin Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü alanlarda bu iklime uyum sağlamış bitkileri görmek mümkündür *(Görsel 2.3)*.

Işık, ekosistemdeki canlıları etkileyen önemli bir bileşendir. Bitkiler ve bazı mikroorganizmalar, fotosentez yaparak güneş ışığını besin üretmek için kullanır. Bu sayede ekosistemdeki canlılara enerji sağlayan besin zinciri başlar. Işığın şiddeti, dalga boyu ve süresi; canlıların gelişimini, üremesini ve davranışlarını etkiler. Bitkiler, yeterli ışık olmadığında fotosentez yapamaz ve bitkilerin büyümeleri yavaşlar. Ayrıca bitkilerin çiçek açma zamanında gün uzunluğu etkilidir. Bitki gelişimi üzerinde ışıklanma süresi gibi ışık yoğunluğu da etkilidir. Bazı bitkiler yoğun ışıkta bazıları da gölgede gelişir. Işık hayvan davranışlarında da etkilidir. Günlerin uzaması veya kısalması; kuşların göç etmesine, bazı hayvanların kış uykusuna yatmasına ve üreme dönemlerinin başlamasına neden olabilir.

Sıcaklık, canlıların biyolojik süreçleri üzerinde önemli bir bileşendir. Canlıların çoğunluğu, metabolik faaliyetlerini belirli bir sıcaklık aralığında sürdürebilir. Bunun başlıca nedeni, proteinler ve enzimlerin etkin çalışabilmesinin doğrudan sıcaklıkla ilişkili olmasıdır. Farklı sıcaklık değerlerinde yaşayabilen canlılar bulundukları ortama uyum sağlamışlardır. Örneğin çöle özgü bitkilerden kaktüsler, 50 °C'un üzerindeki sıcaklıklara dayanacak şekilde çöle uyum sağlamışlardır *(Görsel 2.4)*.

Görsel 2.4
Çöl yaşamına uyum sağlayabilen kaktüs

Çöl tilkisi ile kutup tilkisinin kulak, kuyruk, burun gibi vücut çıkıntılarının büyüklükleri ve kürk renkleri yaşadıkları ortama uyum sağlayacak şekilde farklılık gösterir *(Görsel 2.5 a, b)*. Ayrıca çöl yaşamına uyum sağlayan develer, vücut sıcaklıklarını çevre koşullarına göre esnek bir şekilde ayarlayarak terlemeyi minimuma indirir. Bu sayede, su kaybını en aza indirerek uzun süre susuz kalabilir *(Görsel 2.5 c)*.

Görsel 2.5
a) Çöl tilkisi, b) Kutup tilkisi, c) Deve

Su canlı yaşamının devamlılığı için gerekli olan önemli bir bileşendir. Belirli bir bölgedeki su miktarı, o alandaki canlıların dağılışını ve sayısını doğrudan etkiler. Su kaynakları zengin olan bölgelerde canlı çeşitliliği daha fazladır. Madde taşınması, sindirim, fotosentez, boşaltım, solunum, vücut sıcaklığının ayarlanması, enzimlerin çalışması gibi pek çok hayati olayda su gereklidir. Su miktarı belirli bir seviyenin altına düştüğünde enzimler yeterli şekilde çalışamaz. Bu nedenle özellikle kurak ortamlarda yaşayan canlılar için su, sınırlayıcı bir bileşendir. Ancak çöl gibi kurak ortamlarda yaşayan canlılar, su kaybını azaltacak yapılar ve özelliklerle ortama uyum sağlamıştır. Sarı sabır bitkisinin yapraklarında su depolaması, kanguru sıçanının su içmeden kuru tohumlarla beslenerek uzun süre hayatta kalabilmesi buna örnektir *(Görsel 2.6 a, b).*

Görsel 2.6 a, b
a) Sarı sabır bitkisi, b) Kanguru sıçanı

Toprak; ekosistemlerin temel bileşenlerinden biridir ve hayvan, bitki, mikroorganizma gibi pek çok canlı için yaşam alanıdır *(Görsel 2.7)*. Örneğin köstebek, gelincik, solucan gibi hayvanlar toprakta barınırken bitkiler, kökleriyle toprağa tutunarak ondan su ve mineral alır. Toprak; organik ve inorganik maddeler, su ve hava içerir. Bu bileşenler canlıların dağılışı ve ekosistemlerin işleyişi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Toprağın organik kısmı, mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılan humus ve çürüyen organik maddelerden oluşur; inorganik kısmı ise minerallerden meydana gelir.

Görsel 2.7
Canlılar için yaşam alanı olan toprak (Temsilî)

pH canlıların biyolojik süreçlerini etkileyen önemli bir faktördür. Her canlının yaşayabileceği optimum bir pH değeri vardır. Bu nedenle, canlıların bulundukları ortamın pH değeri yaşamsal bir öneme sahiptir. Kirlilik, tarımsal atıklar, kanalizasyon atıkları, asit yağmurları gibi faktörler; deniz, göl, akarsu ve toprakta pH değerinde değişikliklere yol açabilir. Bu durum, sucul ve karasal ekosistemlerde yaşayan pek çok canlının yaşamını olumsuz yönde etkileyebilir.

Ekosistemin Canlı Bileşenleri

Ekosistemi oluşturan canlı bileşenler işlevlerine göre üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olmak üzere üç gruba ayrılır.

Üreticiler ototrof organizmalardır. Bu canlılarda besin üretimi fotosentez veya kemosentezle gerçekleşir. Böylece hem kendilerine hem de ekosistemin diğer canlı bileşenlerine besin zinciri yoluyla besin sağlanmış olur. Karasal ekosistemlerde bitkiler, sucul ekosistemlerde ise algler ve siyanobakteriler üreticilerdir *(Görsel 2.8 a, b)*. Derin deniz dipleri, bataklıklar gibi ekosistemlerin üretici canlıları ise genellikle kemosentetik bakteriler ve arkelerdir.

Görsel 2.8
a) Bitkiler, b) Algler

Tüketiciler heterotrof organizmalardır. Bu canlılar besinlerini kendileri üretmez, dış ortamdan hazır olarak alır. Çengel boynuzlu dağ keçisi, kızıl tilki tüketicilere örnektir *(Görsel 2.9 a, b)*.

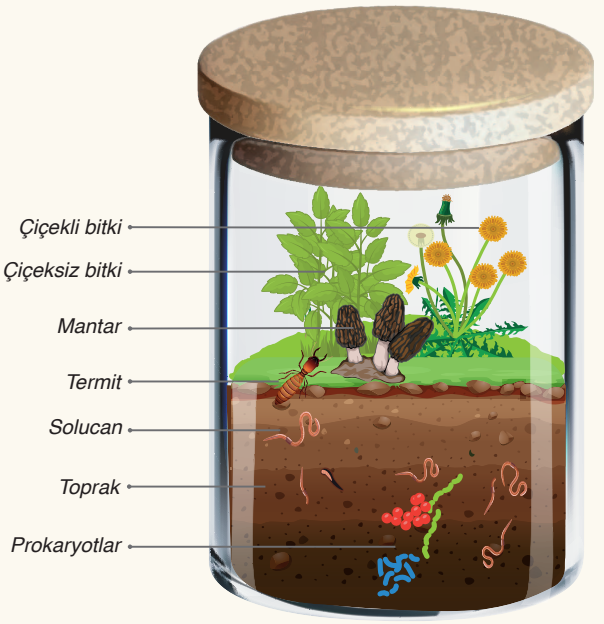
Görsel 2.9
a) Çengel boynuzlu dağ keçisi, b) Kızıl tilki

Ayrıştırıcılar (saprotrof canlılar) organik maddeleri inorganik maddelere dönüştüren bakteriler, mantarlar *(Görsel 2.10)* gibi heterotrof organizmalardır. Bu canlılar, bitki ve hayvanların atıklarını parçalayarak besin elde eder. Aynı zamanda bu süreçte üretici canlıların ihtiyaç duyduğu inorganik maddelerin döngüsü de sağlanmış olur. Böylece ekosistemlerdeki madde sürekliliği korunur. Ekosistemdeki cansız ve canlı bileşenler arasındaki etkileşimler, ekosistemin devamlılığı ve yaşamın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu bileşenlerden birinin ortadan kalkması, ekosistemdeki dengeyi bozar ve olumsuz sonuçlar doğurur. Örneğin ayrıştırıcılar olmadığında organik maddeler ayrıştırılamaz ve üreticiler gerekli inorganik maddelere ulaşamaz. Bu durumda yeni organik madde üretimi durur ve ekosistemde yaşam sona erer. Bu nedenle ayrıştırıcılar, ekosistemlerin işleyişi için büyük öneme sahiptir.

Görsel 2.10
Şapkalı mantarlar

Kontrol Noktası

Aşağıda verilen teraryum örneğini inceleyiniz. Bu teraryumda herhangi bir canlı bileşenin ortadan kaldırılması durumunda teraryum ekosisteminin bu durumdan nasıl etkileneceğini açıklayınız.



2.2 KOMÜNİTELERDE VE POPÜLASYONLARDA GÖRÜLEN ETKİLEŞİMLER VE DEĞİŞİMLER

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Tek Tek Dağları Millî Parkı İzleme Programı

Türkiye'nin Bozkır Ekosistemlerinin Korunması ve Sürdürülebilir Yönetimi Projesi kapsamında, Tek Tek Dağları Millî Parkı İzleme Programı ile yapılan izleme çalışmaları; türlerin, ekosistemlerin ve sosyal konuların zaman içinde, doğal olarak ve insan müdahalesinin bir sonucu olarak nasıl değiştiğine dair sonuçları tespit etmek, ölçmek, değerlendirmek ve uygulamaları değiştirme konularında güvenilir gözlemler yapmaya dayanır. Alanda bulunan derin vadi sistemleri, mağaralar, taşlık, kayalık ve çalılık alanların sağladığı habitat çeşitliliği tür çeşitliliğinin de yüksek olmasını sağlamıştır. (…)

Kurtlar

Biyolojik Çeşitlilik İzleme Memeli Türleri: Kurt (*Canis lupus*) popülasyon yoğunluğundaki değişim izleme çalışmasının ilk aşamasında alanı kullanan kurt popülasyon yoğunluğu ortaya konulmalıdır. Bunu sağlamanın en etkili yolu, alanda kurt kullanımı için uygun alanlara fotokapan yerleştirilmesidir. Bu çalışmayla kurtlardaki bireysel tanımlama yapabilmek vaşak ve alageyik gibi benek deseni her bireye özgü olan türler gibi kolay değildir. (…) Alandaki tüm uygun habitatlarda fotokapanlarla yapılması önerilen izleme, alandaki kurt popülasyonunun yoğunluğunu vererek koruma ve izleme çalışmalarını şekillendirecektir. Mevcut popülasyon büyüklüğündeki değişimler izlenerek tür üzerinde baskı yaratan tehditlerin varlığıyla ilgili fikir sahibi olunacak ve bu etkenler göz önünde bulundurularak koruma önlemleri belirlenebilecektir.

Kurt popülasyonun yoğunluğunun sabit kalması veya artması, izleme çalışmasının ve alınan tedbirlerin işe yaradığını gösteren temel başarı göstergeleri olacaktır. Bunun yanında alanı fotokapanlarla izlemek sadece kurt hakkında değil, alanı kullanan diğer yaban hayatı bileşenleriyle ilgili de bilgi verecektir. (…)

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Bir bölgede tür çeşitliliğinin yüksek olmasının sebepleri nelerdir?
2. Kurt popülasyonunun büyüklüğündeki değişimlerin izlenmesinin amacı nedir?
3. Yaban hayatının korunması neden önemlidir?

Görsel 2.11
Canlılar arasındaki rekabet, av-avcı ilişkilerine örnekler

Aşağıda canlılar arasındaki rekabet, av-avcı ilişkilerine örnek olarak verilen görselleri inceleyiniz *(Görsel 2.11 a, b, c, ç, d, e)*. Siz de çevrenizde gözlemlediğiniz benzer olaylardan örnekler veriniz.

a) Helikopter böceği ve peygamberdevesinin mücadelesi

b) Yem yiyen tavuklar

c) Av peşinde koşan kedi

ç) Yaprak bitlerini yiyen uğur böceği

d) Tırtıl avlayan kuş

e) Balık için mücadele eden martılar

2. Etkinlik

Adı	***Komünitelerde ve Popülasyonlarda Görülen Etkileşimler ve Değişimler***
Amaç	*Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimleri ve değişimleri sorgulayabilme*
Süre	*40+40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda sizden öğrenme günlüğü hazırlamanız beklenmektedir. Hazırlayacağınız öğrenme günlüğü,* ***Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı*** *ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*

1. *Karekod ile verilen videoyu izleyip, tür içi ve türler arası etkileşimleri belirleyip ulaştığınız sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız.*

Doğa Belgeseli

Tür İçi Etkileşimler	Türler Arası Etkileşimler

2. *Öğretmeninizin rehberliğinde küçük gruplar oluşturunuz.*
3. *Aşağıda verilen komünite, popülasyon dinamikleri ve süksesyon ile ilgili örnek olayları inceleyiniz.*

Türkiye'nin Sulak Alanları: Yumurtalık Lagünü Millî Parkı

(…) Tatlı ve tuzlu su bataklıkları, sazlıklar, kumul alanlar, ıslak çayırlar, geniş çorak ve çamur düzlüklerinin bulunduğu lagün; aynı zamanda Halep çamının Türkiye'de doğal yayılış gösterdiği nadir alanlardan biri.

Lagünde kuş türlerinin yanı sıra Nil kaplumbağası, benekli kaplumbağa, nesli tükenmek üzere olan iribaş, deniz kaplumbağası, yeşil kaplumbağa gibi sürüngen türleri; gece ve toprak kurbağası gibi iki yaşamlılar; Anadolu gelengisi, Avrasya su samuru, vaşak, yaban keçisi ve yarasa gibi memeli hayvanlar da yaşıyor. Bu yarasa türlerinden biri de uzun parmaklı yarasalar.

Günümüzde millî park statüsünde olan Yumurtalık Lagünü birçok hayvan ve bitki türüne ev sahipliği yapması nedeniyle önde gelen biyoçeşitlilik alanlarından biri sayılıyor. Lagün ayrıca kuş göç yolları üzerinde bulunmasından dolayı kuş göçlerinin güvenilir bir şekilde tamamlamasında önemli rol oynuyor.

Kızılçam Ormanları

28 Temmuz-10 Ağustos 2021 arasındaki iki hafta içerisinde Türkiye'nin farklı bölgelerinde çıkan ve sayısı 250'yi aşan orman yangınlarının en büyük ölçeklileri Antalya'nın Manavgat ve Gündoğmuş ilçeleri ile Muğla'nın Marmaris, Köyceğiz ve Milas ilçelerinde meydana gelmişti.

Kızılçam ormanlarının yangın sonrasında kendini onarma potansiyeli yüksektir. Genellikle çok sayıda kızılçam fidesi yangından sonraki ilkbahara kadar olan dönemde, yangını canlı olarak atlatan ve kapalı kozalaklarından yere dökülen tohumların çimlenmesi ile ortaya çıkabilmektedir. (…) Buna ek olarak ormanın alt vejetasyon katlarında yer alan çok sayıda çalı ve ağaççık türü de genellikle yangından sonraki birkaç ay içerisinde toprak altında yangını canlı atlatan organları vasıtasıyla sürgün verebilmektedir. (…) Aynı şekilde çok sayıda tek yıllık bitki de yangın sırasında ortaya çıkan sıcaklıklar ya da duman ile çimlenmelerinin uyarılması sayesinde yangını izleyen ilkbaharda çiçek açmaktadır. (…) Kızılçam ormanlarında yangından sonra ekosistemin kendini yenilemesi birkaç yıl sürmekte ve yangından sonraki ilk iki yıl içerisinde yangından önce ortamda bulunan tüm bitkiler yeniden ortaya çıkmaktadır. Ancak ormanın biyokütle ve boy olarak eski hâlini alması birkaç on yıl sürmektedir. Bunun en önemli sebebi, ormanın hâkim türü olan kızılçamın yanmadan önceki orman yapısına erişecek kadar büyümesi için gereken 20-25 yıllık zamandır. Kızılçam ormanlarında yangın sonrası ilk birkaç yıl, biyoçeşitlilik açısından çok değerlidir. (…)

Kızıl Tilki

Komünitelerde türler arasında çeşitli etkileşimler görülür. Komüniteyi oluşturan farklı popülasyonların bireyleri birbirinin konakçısı veya besini olabilir. Örneğin oldukça geniş coğrafi yayılışa sahip bir tür olan kızıl tilkilerin Norveç ve İsveç'teki popülasyonunda 1970'lerin ortasında uyuz parazitinin neden olduğu sarkoptik uyuz hastalığı görülmüştür. Bu hastalığa yakalanan kızıl tilkilerde ortalama 2 ila 4 ay içerisinde ölüm meydana gelmiştir. Bunun sonucunda kızıl tilki popülasyonunda önemli oranda azalmalar meydana gelmiştir. Tilki popülasyonunda meydana gelen bu azalmalar kızıl tilkinin besini olan yaban tavşanı ve orman tavuğu gibi türlerin sayısında geçici artışa neden olmuştur.

Akdeniz Foku

İri bir deniz memelisi olan Akdeniz fokunun Mersin kıyılarında yaşayan popülasyonu 1990'lı yılların başında yok olmanın eşiğindeyken alınan habitat koruma önlemleri sayesinde 2000'li yıllarda hızlı bir iyileşme göstermiştir. Bu sayede yıllık yavru sayısı ortalaması 7'ye ulaşmıştır. Yapılan tür koruma çalışmaları sayesinde 2005 yılında bölgede 33 birey tespit edilmiştir. Ancak 2015 yılına gelindiğinde Akdeniz foku popülasyonunun birey sayısı 33'ten 15'e düşmüş ve yıllık yavru sayısı ortalaması da 3 olarak tespit edilmiştir. Habitatların azalması sonucu uygun olmayan korunaksız mağaralarda meydana gelen yavrulamalar, yavru ölümlerinin artmasının nedeni olarak tespit edilmiştir. Özellikle kıyılardaki yapılaşma ile fokların yaşam alanları içerisinde liman kurulması bölgedeki fokların yaşam alanı tahribatının ana nedenlerini oluşturmaktadır. Sonuçta popülasyon içerisinde üreme potansiyeline sahip bireyler olmasına rağmen habitat kaybından ötürü yavru ölümlerinin yüksek olması ileride bölgedeki Akdeniz foku popülasyonunu yok olmanın eşiğine getirecektir.

Genel ağdan alınmıştır.

4. *Verilen örnek olaylarda gördüğünüz etkileşim ve değişimleri tanımlayınız. Yaptığınız tanımlamaları karşılaştırarak aşağıdaki tabloya yazınız.*

Etkileşim ve Değişimlere Ait Tanımlamalar	Etkileşim ve Değişimlere Ait Karşılaştırmalar

5. *Verilen örnek olaylardan yola çıkarak komünite ve popülasyonlarda görülen etkileşim ve değişimlerle ilgili oluşturduğunuz soruları aşağıda bırakılan boş alana yazınız.*

---

6. *Oluşturduğunuz sorularla ilgili güvenilir kaynaklardan araştırma yaparak bilgi toplayınız.*

7. *Topladığınız bilgilerin doğruluğunu bilimsel kaynaklardan (bilimsel makale, "edu" ve "gov" uzantılı siteler vb.) kontrol ediniz.*

8. *Topladığınız bilgilerden yola çıkarak komünite ve popülasyonlarda görülen etkileşim ve değişimlerle ilgili neler fark ettiniz? Bu konudaki fikirlerinizi arkadaşlarınızın fikirleriyle karşılaştırınız.*

9. *Çıkarımlardan elde ettiğiniz bilgileri kendi yaşamınızda karşılaştığınız sorunların (nüfus artışı, göç vb.) çözümünde nasıl kullanabileceğinizi açıklayınız.*

10. *Grup olarak yaptığınız araştırma sonuçlarınızı sınıfta paylaşınız. Paylaşım sürecine etkin olarak katılmaya, birbirinizin sözünü kesmemeye ve sözsüz iletişim unsurlarına dikkat ederek saygılı olmaya özen gösteriniz.*

11. *Bireysel olarak ekosistemlerdeki etkileşimleri gösteren zihin haritası oluşturunuz. Zihin haritasını oluştururken uygun web araçlarını kullanabilirsiniz.*

12. Komünite ve popülasyonlarda görülen etkileşim ve değişimi tanımladığınız, topladığınız bilgileri kaydettiğiniz, bilgilerin doğruluğunu değerlendirerek çıkarım yaptığınız bir öğrenme günlüğü oluşturunuz.

Değerlendirme

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Komünite

Yeryüzündeki ormanlar, göller, akarsular, denizler, okyanuslar, çöller ve kutuplar; canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürdükleri, barındıkları ve üreyebildikleri yerlerdir. Tüm bu ortamlarda organizmalar birbirleri ve yaşadıkları çevre ile sürekli etkileşim içindedir.

Belirli bir alan içerisinde birbiriyle etkileşim hâlindeki tüm türlerin oluşturduğu topluluk **komünite** olarak adlandırılır *(Görsel 2.12)*. Komüniteler büyüklük ve tür çeşitliliği açısından birbirinden farklılık gösterir. Bir komünite içerisinde başka komüniteler de bulunabilir. Etkinlik içinde verilen Yumurtalık Lagünü Millî Parkı'nın birçok hayvan ve bitki türüne ev sahipliği yaptığı bilgisini hatırlayınız. Lagünde yaşayan tüm canlı türleri bu alandaki komüniteyi oluştururken orada bulunan ve bir ağaç üzerinde yaşayan kuşlar, böcekler, böceklerle beslenen farklı türler de komüniteye örnek teşkil eder.

Görsel 2.12
Komünite örneği

Komünitelerin yapısı ve büyüklüğü, çevresel koşullar ve abiyotik faktörlere (enlem, yeryüzü şekilleri, iklim gibi) bağlı olarak değişir. Karasal komünitelerin aldığı ışık miktarı ve süresi, nem oranı, sıcaklık, yağış miktarı gibi iklimsel olaylar canlıların dağılımını etkilemektedir. Örneğin bol yağış alan tropikal bölgelerde canlı çeşitliliği fazla iken kutup bölgelerinde ve çok az yağış alan çöllerde daha azdır.

Sucul komünitelerde çeşitlilik; suyun derinliği, karasal alana olan uzaklığı ve kirlilik ile değişiklik gösterir. Işığın ulaşabildiği bölgeler fotosentetik canlılar açısından zengindir. Derinlik arttıkça ışık azaldığından fotosentetik canlılar azalır, buna bağlı olarak sudaki çözünmüş oksijen miktarı ve dolayısıyla tür çeşitliliği azalır. Işığın ulaşamadığı derinliklerde genellikle fotosentetik olmayan farklı türler bulunur. Suların evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmesi belirli türlerin anormal artmasına, birçok türün de yok olmasına veya sayıca azalmasına neden olur.

Sıcaklık, yağış, ışık miktarı gibi çevresel koşulların yanı sıra doğal yaşam alanlarında beslenme, üreme, avlanma, barınma gibi nedenlerle rekabet, av-avcı, parazitlik gibi ilişkiler türlerin yayılışını belirleyen diğer etmenlerdir.

Komünitede Tür İçi ve Türler Arası Etkileşimler

Rekabet

Doğal yaşam alanlarında besin, barınma, ışık, su gibi sınırlı kaynaklardan faydalanmak isteyen aynı türün bireyleri ya da aynı kaynaklardan faydalanmak isteyen farklı türler birbirleri ile rekabete girebilir. Aynı türden bireylerin gereksinimleri genellikle benzerdir. Bir türün birey sayısı arttıkça aralarındaki rekabet de artar. Bu rekabet, **tür içi rekabet** olarak adlandırılır *(Görsel 2.13)*. Ortamda yeterli kaynak yoksa, birey sayısı artmışsa ya da bireyler üreme evresindeyse arasındaki rekabet daha da artar. Ortamda bulunan kaynaklar yeterli olduğunda bireyler arasında rekabet azalır. Tür içi rekabette bireylerin genetik çeşitlilikleri, rekabetten farklı etkilenmelerine ve bireylerin birbiri üzerinde üstünlük elde etmelerine neden olur. Örneğin bir ormandaki aynı tür ağaçlar, güneş ışığına erişim için rekabet eder; uzun ağaçlar, daha kısa olanların gölgede kalmalarına ve gelişimlerinin yavaşlamasına veya durmasına neden olur.

Görsel 2.13
Tür içi rekabet

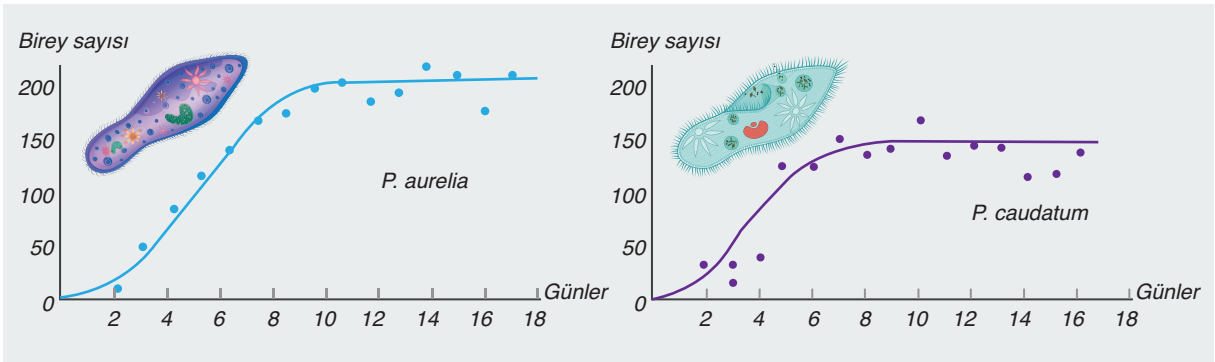
Komünitelerde aynı kaynaktan faydalanmak isteyen farklı türler arasında görülen rekabete **türler arası rekabet** denir. Bir komünitede yaşayan farklı türlerin kullandıkları aynı kaynaklar ne kadar sınırlı ise rekabet o kadar artar. Vahşi doğada benekli sırtlanlar ve aslanların besin kaynaklarını korumak için rekabet etmesi türler arası rekabete örnek verilebilir *(Görsel 2.14)*.

Görsel 2.14
Türler arası rekabet

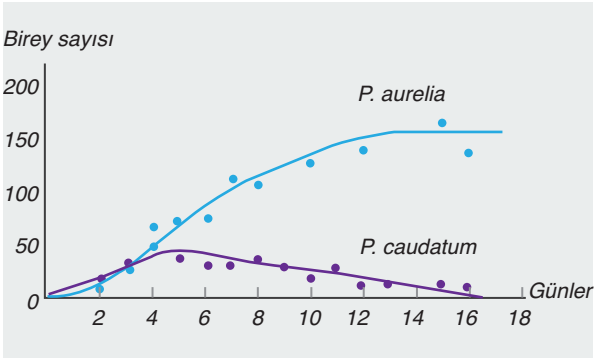
Bir organizmanın veya aynı türden oluşmuş bireylerin doğal yaşama ortamı **habitat** olarak adlandırılır. Rekabetin ortaya çıkmasının temel nedeni aynı habitatta bulunan türlerin ekolojik nişleridir. **Ekolojik niş**, bir türün yaşamını sürdürmek için yapmış olduğu tüm faaliyetlerin yanı sıra diğer canlılarla olan ilişkilerini ve ekosistem içindeki işlevini belirtir. Ekolojik nişleri aynı olan türler birbirleriyle besin, alan, sıcaklık gibi faktörlerden dolayı rekabete girer.

Rus bilim insanı Gause (Gaus), ekolojik nişleri örtüşen *Paramecium aurelia* (Paramesyum aurelya) ve *Paramecium caudatum* (Paramesyum kaudatum) türleri arasındaki rekabeti gözlemlemek için deney tasarlamıştır. Deneyinin birinci aşamasında bu iki türü her gün belli bir miktarda besin vererek sabit koşullarda ve ayrı kültür ortamında yetiştirmiştir. Her iki türün de sayısı başlangıçta artmış, daha sonra sabit kalmıştır *(Grafik 2.1)*.

Grafik 2.1
P. aurelia ve P. caudatumun farklı ortamdaki birey sayıları



Deneyinin ikinci aşamasında Gause, iki türü aynı kültür ortamına birlikte koymuş ve belirli bir zaman sonra *Paramecium aurelianın* yaşama devam ettiğini, *Paramecium caudatum* türünün ise tamamen yok olduğunu gözlemlemiştir. Bu olayda başlıca belirleyici etken, *Paramecium aurelia* popülasyonunun diğer türe göre daha hızlı üreme özelliğine sahip olması ve ortamdaki sınırlı besin maddelerini daha etkin kullanmasıdır *(Grafik 2.2)*.



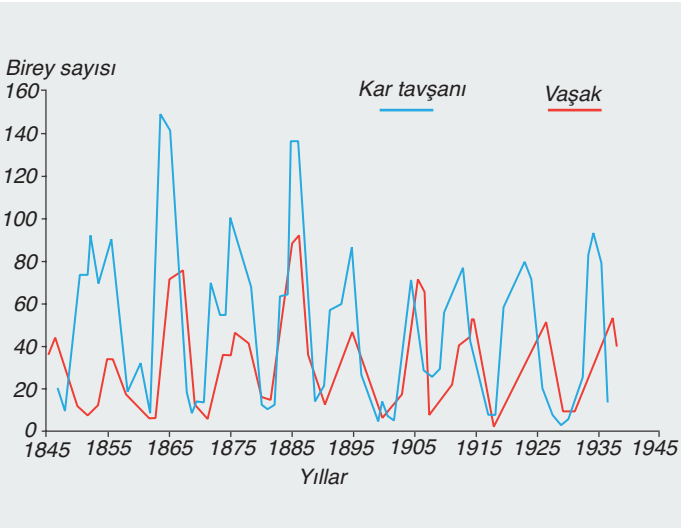
Grafik 2.2
P. aurelia ve P. caudatumun aynı ortamdaki birey sayıları

Av-Avcı İlişkisi

Komünitede tür içi ve türler arası rekabet gibi komünite yapısını etkileyen bir diğer etmen, türler arasında görülen **av-avcı** ilişkisidir. Komünitelerde yaşayan hayvan türlerinin çoğu başka bir canlıyı yiyerek beslenir. Beslenmek için bir canlıyı avlayıp yiyene **avcı**, besin olan canlıya da **av** denir. Bir komünitede av-avcı arasında azalma ve artma şeklinde bir denge vardır. Özellikle tek av türü ile beslenen avcı popülasyonlarında bu durum bariz bir şekilde görülür.

Avcı sayısı artarsa zamanla av miktarı azalır. Av miktarı azaldığında yeterli besin bulunmadığı için bir süre sonra avcı sayısında azalma görülür. Örneğin Kanada ve Alaska'nın ormanlık bölgelerinde yaşayan Kanada vaşağı, besin olarak çoğunlukla kar tavşanını tüketir. Kar tavşanını avlayan vaşak sayısı artış gösterdiğinde tavşan sayısı azalır. Tavşan sayısının azalması sonucu vaşaklar arasında rekabet başlar. Yeterli av olmadığından vaşakların bir kısmı

komüniteden ya göç eder ya da ölür. Ölümler ve göçler vaşak sayısını azaltır. Bu durum tavşanlar üzerinde baskıyı azaltacağı için tavşan sayısı yeniden artar. Böylece tavşanların ve vaşakların sayısı birbirini izleyen artış ve azalışlar şeklinde dalgalanma gösterir *(Grafik 2.3)*.



Grafik 2.3
Vaşak ve kar tavşanı sayılarında yıllara bağlı değişim grafiği

Kar tavşanı

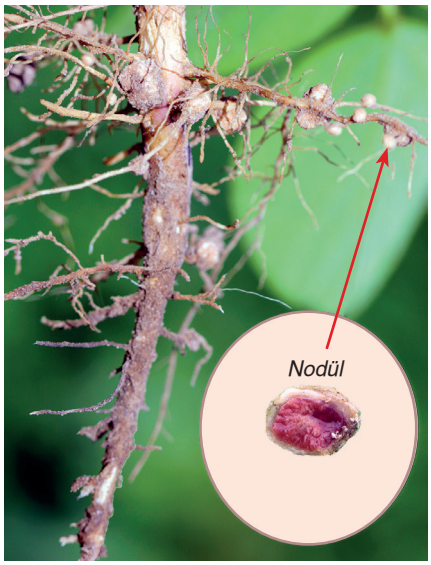
Vaşak

Simbiyotik İlişkiler

Komünitelerin yapısını etkileyen bir diğer durum ise türler arasında görülen simbiyotik ilişkilerdir. İki ya da daha fazla türün bir arada, yakın bir ilişki içinde yaşamalarına **simbiyotik** ya da **ortak yaşam** adı verilir. Ortak yaşam ilişkisinde bazı türler zarar, bazıları fayda görebilirken bazıları ise ne fayda ne de zarar görür. Türler arasındaki birlikte yaşam; mutualizm, kommensalizm, amensalizm, parazitizm gibi farklı şekillerde gerçekleşir.

Mutualizm

Birlikte yaşayan her iki türün de karşılıklı fayda gördüğü simbiyotik ilişki biçimidir. Mutualizm farklı özelliklere sahip canlılar arasında gerçekleşir. Örneğin insanın kalın bağırsağında yaşama ortamı ve besin bulan yararlı bakteriler, sentezledikleri K ve B vitaminleri ile insan sağlığına olumlu katkıda bulunur. K vitamini; kanın pıhtılaşmasında, kemik sağlığının desteklenmesinde ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde etkilidir. B vitamini ise kalp sağlığının korunmasında ve kan hücrelerinin sentezinde etkilidir. Bakteriler, insan sağlığına katkıda bulunurken bağırsakta barınır ve beslenir. Bu birliktelikten hem bakteri hem insan karşılıklı fayda sağlamış olur. Mutualizmin bir başka örneği ise fasulye, bezelye, bakla, yer fıstığı gibi baklagillerin kökleri ile toprakta yaşayan ve havanın serbest azotunu bağlayabilen azot bakterileri [*Rhizobium* (Rizobiyum)] arasında görülür. Azot bakterilerinin bu bitkilerin köküne yerleşmesiyle **nodül** adı verilen yapılar oluşur *(Görsel 2.15)*. Bu nodüllerde azot bakterileri, havanın serbest azotunu dönüştürerek bitkilerin kullanabileceği duruma getirir. Bu birliktelikte bitki, azot ihtiyacını karşılarken azot bakterileri de ihtiyaç duyduğu organik besinleri bitkiden alır. Baklagil bitkileri ile azot bağlayıcı bakterilerin karşılıklı fayda gördüğü bu ilişki aynı zamanda toprağın azotça zenginleşmesini sağlar.



Görsel 2.15
Soya fasulyesi kökünde atmosferik azot sabitleyici bakteriler bulunduran nodüller

Bazı mutualist ilişkilerde türler birbirini tamamlar. Bu ilişkilerde en azından türlerden biri diğeri olmadan hayatta kalamaz. Bu çeşit mutualizm **zorunlu mutualizm** olarak adlandırılır. Örneğin liken birliğini oluşturan alg ve mantarlar arasında böyle bir birliktelik vardır *(Görsel 2.16)*. Alg hücreleri, fotosentez ile oluşturduğu organik molekülleri ve oksijeni kendisini saran mantar hiflerine verir. Mantarların hifleriyle ortamdan aldığı su ve mineral ise alg hücrelerine iletilir.

Görsel 2.16
Liken birliğinde zorunlu mutualizm

Bazı mutualist birlikteliklerde ise zorunluluk yoktur. Bu çeşit mutualizme **isteğe bağlı mutualizm** ya da **gevşek mutualizm** adı verilir. Bu birliktelikte iki tür, bir arada birbirlerinden fayda sağlarken birliktelik bitse de yaşamlarına devam edebilir. Örneğin karga, kızıl geyiğin üzerinde bulunan böceklerle beslenir; bu sayede geyik de bu zararlı böceklerden korunur *(Görsel 2.17)*.

Görsel 2.17
Kızıl geyik ve karga arasındaki isteğe bağlı mutualizm

Kommensalizm

Komünitelerde görülen diğer bir simbiyotik ilişki çeşidi ise kommensalizmdir. Bu birliktelikte türlerden biri fayda görürken diğeri ne fayda ne de zarar görür. Örneğin remora balıkları, köpek balığının yiyecek artıklarıyla beslenir ve onun hareketiyle yer değiştirir. Remora balıkları bu ilişkiden fayda sağlarken köpek balığı fayda sağlamaz ya da zarar görmez *(Görsel 2.18)*.

Görsel 2.18
Köpek balığı ile remoralar arasında simbiyotik ilişki

Amensalizm

İki farklı türe ait organizmalar arasında birinin engellendiği ya da yok edildiği, diğerinin etkilenmediği ilişki biçimidir. Örneğin ceviz ağacının yaprak ve meyvelerinden salgılanan ve yağmur sularıyla toprağa inen bir madde, ceviz ağacını etkilemezken onun altında bulunan otsu bitkilerin gelişimini engeller.

Parazitizm

Birlikte yaşayan iki türden biri yarar, diğeri bu ilişkiden zarar görüyorsa bu ilişki biçimine **parazitizm** denir. Birliktelikten fayda sağlayan tür **parazit**, zarar gören tür ise **konak** olarak adlandırılır. Parazitler, başka canlıların üzerinde ya da içinde yaşayarak onların besinlerine ortak olur. Bu canlılar, genellikle yaşadıkları konağa zarar verir. Bazı parazitler çok küçük yapıdadır ve konak canlının içinde yaşar. Bu tür parazitler hızla çoğalabilir ve konağın hastalanmasına ya da ölmesine yol açabilir. Virüsler, bazı bakteri türleri, bazı protistler ve bazı mantarlar bu gruba girer. Diğer parazitler ise daha büyük yapılıdır ve genellikle çok hücrelidir. Bağırsak solucanları, bitler ve bazı parazit bitkiler bu tür parazitlere örnek verilebilir.

Görsel 2.19
Ağaç üzerinde yaşamını sürdüren ökse otu

Bitkisel Parazitler

Başka bir bitki üzerinde yaşamını sürdüren bitkilerdir. Parazit bitkilerin kök sistemi gelişmemiştir. Kök benzeri emeçleri sayesinde konak bitkiden su, mineral ve organik besin alır. Yarı parazit ve tam parazit olmak üzere iki grupta incelenir.

Yarı parazit bitkiler, emeçleri ile üzerinde yaşadıkları bitkilerden yalnızca su ve mineral alır. Klorofilleri vardır, fotosentez yapar. Ökse otu, en bilinen yarı parazit bitkilerden biridir *(Görsel 2.19)*.

Tam parazit bitkiler kloroplastları bulunmadığı için fotosentez yapamaz. Bu nedenle tüm ihtiyacı olan organik ve inorganik maddeleri üzerinde yaşadıkları bitkiden almak zorundadır. Canavar otu tam parazit bitkilere örnektir *(Görsel 2.20)*.

Görsel 2.20
Canavar otu

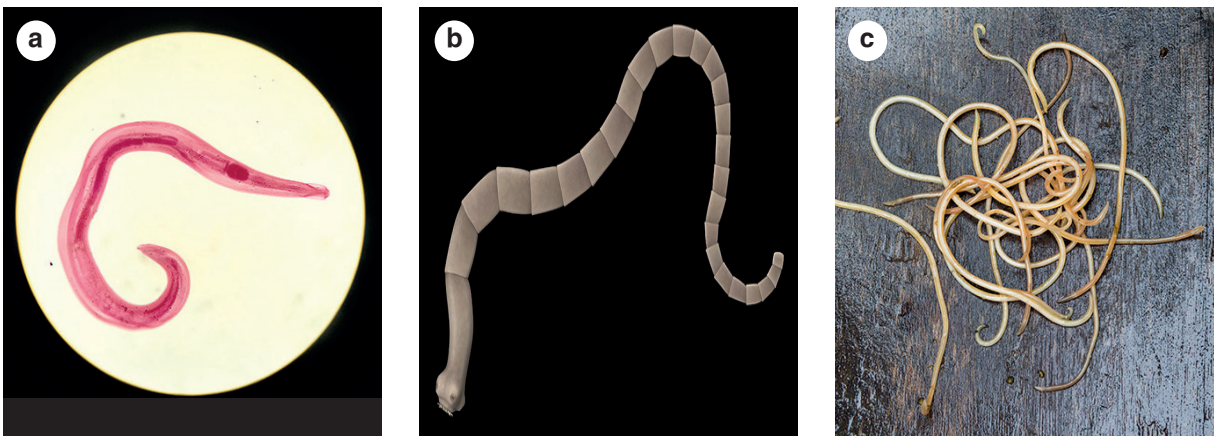
Hayvansal Parazitler

Bir hayvanın içinde ya da üzerinde yaşayan canlılardır. Bu canlılar besin ve enerji ihtiyacını konak canlıdan karşılar. Hayvansal parazitler dış parazit ve iç parazit olmak üzere ikiye ayrılır.

Dış parazitler; yaşadıkları konağın kan, deri, saç gibi dokuları ile beslenir. Konağın üzerinde sürekli veya geçici olarak bulunabilir. Taşıdıkları hastalık etkenlerini kan yoluyla konağa bulaştırarak hastalığa neden olabilir. Bit, pire, kene, sülük, sivrisinek gibi canlılar dış parazit örnekleridir *(Görsel 2.21 a, b, c)*.

Görsel 2.21
a) Bit, b) Pire, c) Kene

İç parazitler, sindirim sistemleri iyi gelişmediğinden konağın sindirim kanalındaki besinlerle ya da diğer vücut sıvıları ile beslenir. İç parazitlerin üreme yetenekleri yüksektir. Bu canlılar çok hızlı üreyip, çoğalarak içinde yaşadıkları konağa zarar verir. Kıl kurdu, tenya, bağırsak solucanı gibi canlılar iç parazit örnekleridir *(Görsel 2.22 a, b, c)*.



Görsel 2.22
a) Kıl kurdu, b) Tenya, c) Bağırsak solucanı

Komünitelerde Süksesyon

Komünitenin önemli özelliklerinden biri dinamik bir yapıda olmasıdır. Komüniteyi oluşturan canlı ve cansız etmenler, kendi içinde sürekli bir etkileşim ve değişim içindedir. Komünitelerde, çevresel faktörlerin etkisiyle zamanla ortaya çıkan ve düzenli olarak tekrar eden küçük çaplı değişimler görülür.

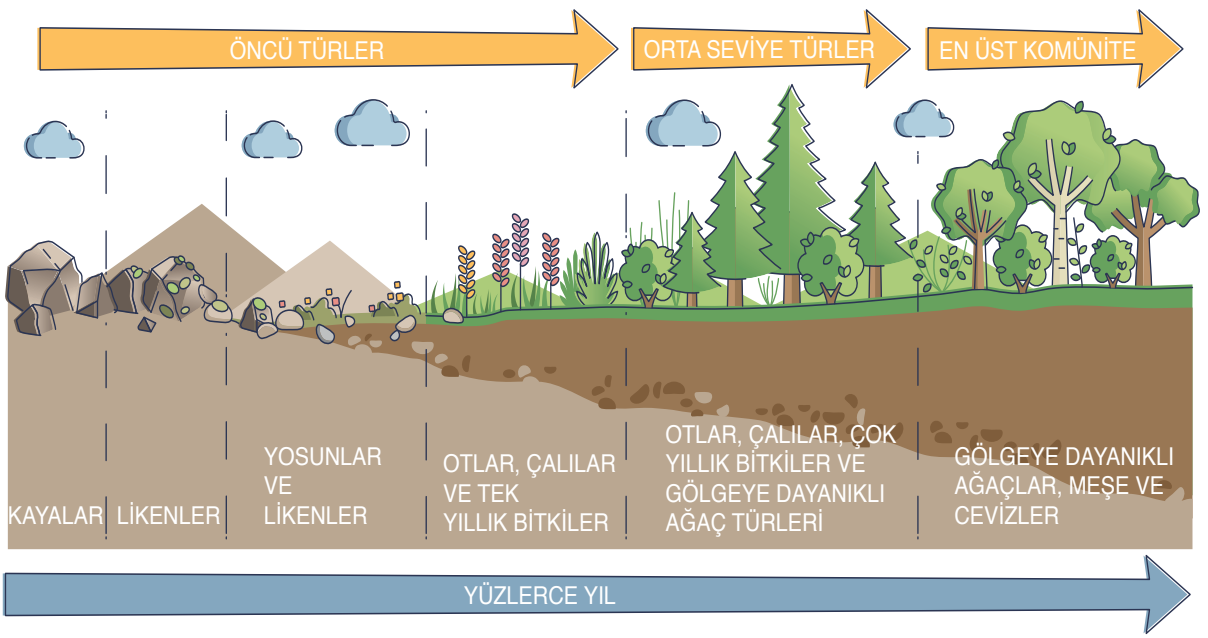
Ancak orman yangınları, volkanik patlamalar, toprak kayması gibi büyük çevresel etkenler komünitenin yapısını bozabilir. Bu tür büyük çaplı bozulmaların ardından komünitelerdeki denge yeniden kurulur. Yeniden denge sağlanırken komüniteye hâkim olan türler değişebilir.

Böyle bir süreçte, ilk olarak yeni koşullara uyum gösterebilen ve çevreyi değiştiren öncü türler ortaya çıkar. Zamanla bu türlerin yerini daha karmaşık yapılar ve türler alır.

Bir bölgedeki türlerin zaman içinde sıralı olarak birbirinin yerini alması **süksesyon** olarak adlandırılır. Örneğin volkanik patlamalar veya toprak kaymaları sonucu toprağın kaybolduğu bölgelerde başlangıçta canlı yaşamı mümkün değildir. Bu tür yerler, bitkilerin yetişmesine uygun olmadığı için buralarda süksesyon süreci çok yavaş başlar ve yüzlerce yıl sürebilir.

Kaya, kum, çakıl gibi toprak içermeyen bölgelerde ilk önce kayalık ve taşlık yerlere uyum sağlamış likenler yerleşir. Bu süreç uzun yıllar sürebilir ve likenler, toprak oluşumunu başlatır. Belli bir süre sonra yosunlar da ortaya çıkarak toprağın nemli kalmasına yardımcı olur. Ardından heterotrof organizmalar bu alana yerleşir. Uzun yıllar sonra otsu bitkiler gelişir ve bu süreçle birlikte çevredeki hayvan türlerinin sayısı da artar.

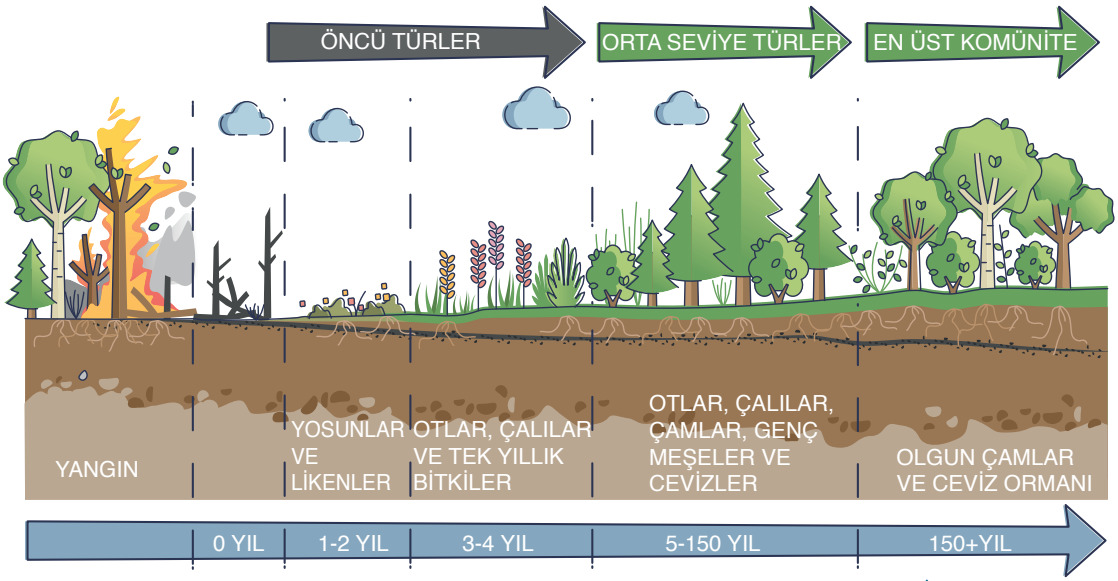
Zamanla çalılar, bodur ağaçlar ve büyük ağaçlar sırasıyla bölgeye yerleşir. Bu evrelerde ağaçlar, çok sayıda bitki ve hayvan türleriyle bir komünite oluşturur *(Görsel 2.23)*.



Görsel 2.23
Topraksız alanlarda oluşan süksesyon

Bir orman yangını sonrasında bitki örtüsünün kısmi veya tam olarak yok olması, süksesyon sürecinin yeniden başlamasına örnek oluşturur. Yangından önce genellikle ormana uzun boylu ağaçlar hâkimken yangından sonra bu alanda ilk olarak öncü türler olan otsu bitkilerin büyüdüğü görülür. Ardından otlarla birlikte funda, çalı gibi ara türler gelişir. Yıllar geçtikçe çam, meşe, ceviz gibi ağaçlar; çalıların yerini almaya başlar.

Yaklaşık 150 yıl gibi bir süre sonunda orman, yangından önceki topluluğa benzer bir dengeye ulaşır *(Görsel 2.24)*. Bu denge durumu, ancak bir sonraki büyük çevresel bozulmaya kadar devam eder.



Görsel 2.24
Yangın sonrası süksesyon

Popülasyon Dinamikleri

Popülasyon

Bir ekosistemde, belli bir alanda yaşayan aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğa **popülasyon** denir. Ekolojik organizasyon düzeyleri, küçük birimden büyüğe doğru şu şekilde sıralanır: organizma-popülasyon-komünite- ekosistem-biyosfer. Ana vatanı Türkiye olan ve Antalya ili çevresinde yaşayan alageyikler ile Türkiye'nin batı kesimlerindeki kıyı kuşağında yaygın olarak bulunan anemon çiçekleri popülasyona örnek verilebilir *(Görsel 2.25 a, b)*. Popülasyonu oluşturan bireyler, benzer çevre koşullarından etkilenir ve bu koşullar altında yaşar. Her ne kadar bazı türlerin bireyleri çevre koşullarına karşı farklı dirence sahip olsa da genellikle beslenme şekilleri ve yaşam gereksinimleri aynıdır. Bu bireyler, aynı kaynaklardan beslenir ve birbirleriyle etkileşim hâlindedir. Popülasyon içindeki bireyler arasında genetik alışverişi olur, bu etkileşim popülasyonun yapısal özelliklerini etkiler.

Görsel 2.25 a, b
Popülasyon örnekleri

a) Antalya ili sınırları içinde bulunan alageyikler

b) Türkiye'nin batı kesimlerinde yaygın olarak bulunan anemon

Popülasyon Dinamikleri

Popülasyonlar dinamik bir yapıdadır ve sürekli değişim içindedir. Bir popülasyonu oluşturan bireylerin zaman içindeki değişimleri ve bu değişimlere neden olan faktörler **popülasyon dinamiği** olarak adlandırılır. Popülasyonların bulunduğu alan, Toros Dağları kadar geniş ya da bir gölet kadar küçük bir alan da olabilir. Popülasyonun yoğunluğu, büyüklüğü, popülasyondaki birey ve yaş dağılımı popülasyonlarda farklılık gösteren özelliklerdendir.

Popülasyon Yoğunluğu

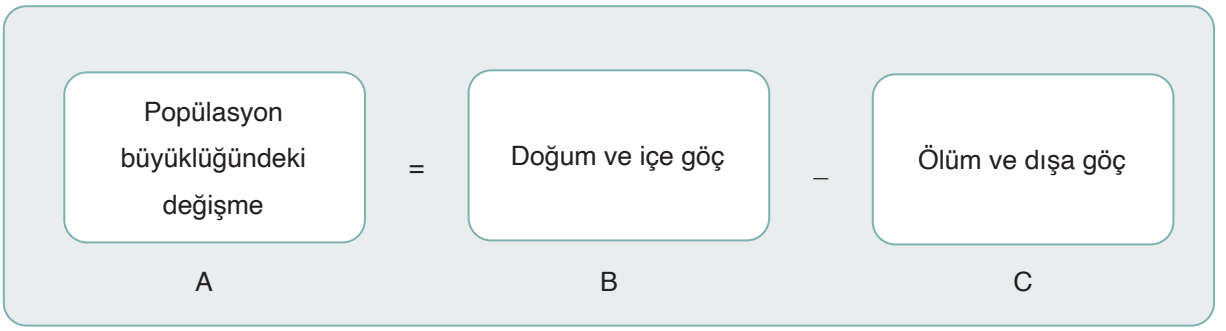
Birim alan ya da birim hacimde bulunan birey sayısına **popülasyonun yoğunluğu** denir. Örneğin bir bölgede 1 km^2 alanda bulunan sincap ya da meşe ağacı sayısı, o alandaki sincap ve meşe ağacı popülasyonunun yoğunluğunu verir. Yoğunluk popülasyonların en önemli özelliklerinden biridir. Popülasyon yoğunluğu zaman içinde ölümler, göçler, doğumla yeni bireylerin eklenmesi veya doğal yaşam alanlarının tahribi ile değişebilir. Popülasyon yoğunluğu, doğum ve popülasyona yeni bireylerin katılmasıyla artarken ölüm ve bireylerin popülasyondan ayrılıp gitmesi ile azalır.

Popülasyon Büyüklüğü

Belirli bir zaman diliminde bir popülasyonda bulunan toplam birey sayısı, o popülasyonun büyüklüğünü gösterir. Popülasyonların yaşadığı ortamlar sınırlı çevresel faktörler içerir. Popülasyonlar yaşadığı çevrede ihtiyaçlarını karşılayabildikleri sürece yaşar ve çoğalmaya devam eder.

Popülasyonların büyüklüğü, doğum oranı ve içe göçlerle artarken ölüm oranı ve dışa göçlerle azalır. Birim zamanda ölüm nedeniyle popülasyondan eksilen birey sayısı, **ölüm oranını**; üreme yoluyla popülasyona katılan birey sayısı ise **doğum oranını** verir. Bir popülasyona başka popülasyonlardan bireylerin katılması **içe göç**, popülasyondan bireylerin ayrılıp başka popülasyonlara gitmesi ise **dışa göç** olarak adlandırılır.

Belli bir zaman aralığında popülasyon büyüklüğündeki değişiklik aşağıdaki gibi hesaplanabilir.



- (B>C) Doğum ve içe göç sayısı, ölüm ve dışa göç sayısından fazla ise popülasyon büyür.
- (B<C) Ölüm ve dışa göç sayısı, doğum ve içe göç sayısından fazla ise popülasyon küçülür.
- B ve C değerleri aynı ise popülasyon dengede kalır.

Birim alanda bulunabilecek maksimum birey sayısına **taşıma kapasitesi** denir. Bir popülasyonun yaşadığı çevrede büyüme ve gelişmesini engelleyen her türlü biyotik ve abiyotik faktöre **çevre direnci** adı verilir. Birey sayısı taşıma kapasitesine yaklaşan bir popülasyonda besin kıtlığı, yaşama alanlarının azalması, salgın hastalıklar, rekabetin artması gibi nedenlerle çevre direnci artar. Bu durum popülasyon büyüklüğünün belli sınırlar içinde dengede kalmasını sağlar.

Kontrol Noktası

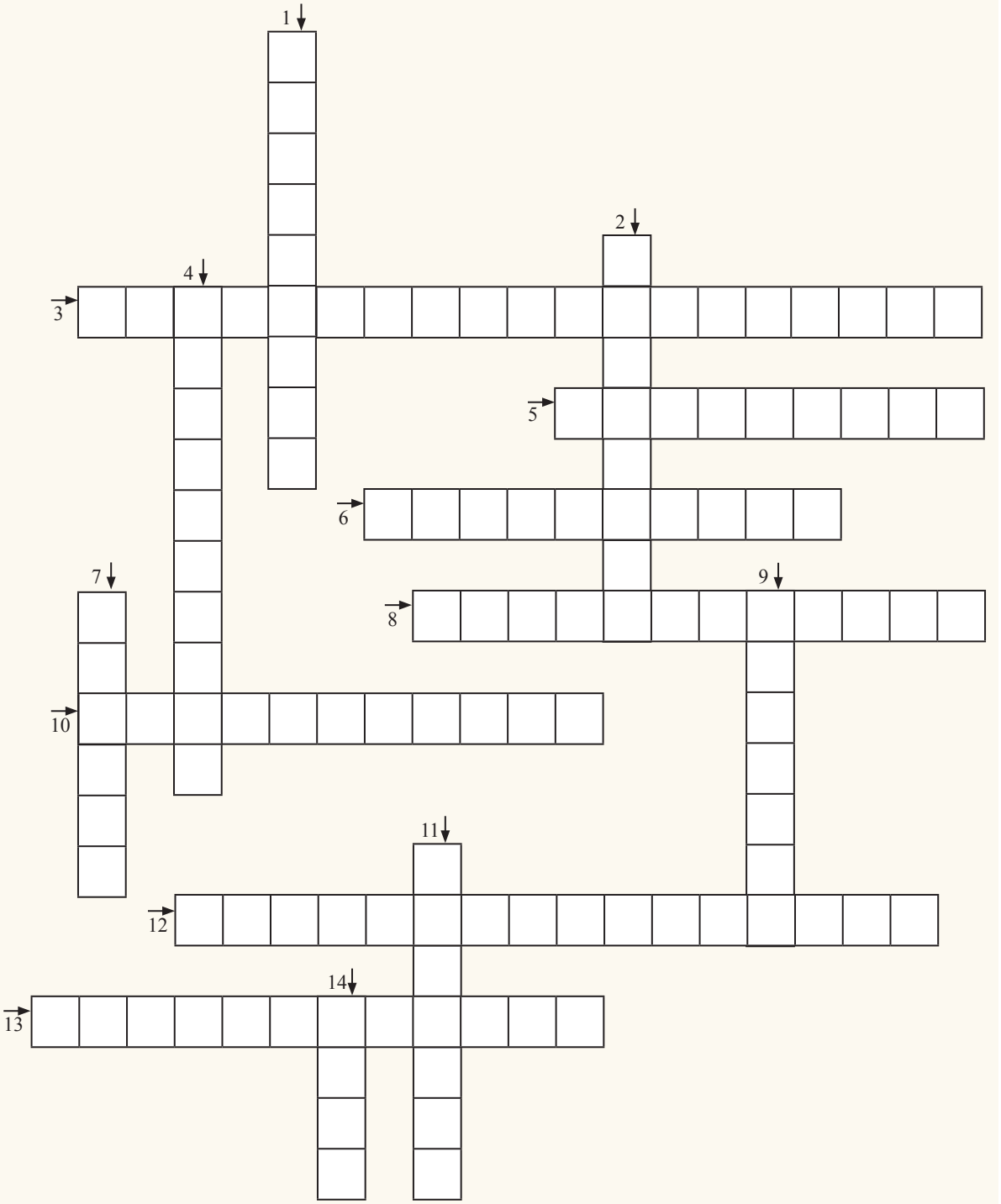
Aşağıdaki soruların cevaplarını ilgili yere yazarak bulmacayı tamamlayınız.

Soldan Sağa

3. Birim alan ya da birim hacimde bulunan birey sayısı.
5. Belirli bir bölgede, belli bir zaman diliminde türlerin sıralı olarak birbirinin yerini alması.
6. Birlikte yaşayan iki türden biri yarar görürken diğerinin zarar gördüğü simbiyotik ilişki.
8. Bir popülasyonun yaşadığı çevrede büyüme ve gelişmesini engelleyen her türlü biyotik ve abiyotik faktörler.
10. Bir türün yaşamını sürdürmek için yapmış olduğu tüm faaliyetler.
12. Birim alanda bulunabilecek maksimum birey sayısı.
13. Türlerden biri fayda görürken diğerinin ne fayda ne de zarar gördüğü simbiyotik ilişki.

Yukarıdan Aşağıya

1. Birlikte yaşayan her iki türün karşılıklı fayda sağladığı simbiyotik ilişki biçimi.
2. Belirli bir alan içerisinde birbiriyle etkileşim hâlindeki tüm türlerin oluşturduğu topluluk.
4. Belli bir alanda yaşayan tek bir türe ait bireylerin oluşturduğu topluluk.
7. Bir popülasyona başka popülasyonlardan bireylerin katılması.
9. Doğal yaşam alanlarında besin, barınma, ışık, su gibi sınırlı kaynaklardan faydalanmak isteyen aynı türün bireyleri ya da aynı kaynaklardan faydalanmak isteyen farklı türlerin birbirleri ile olan ilişkisi.
11. Bir organizmanın veya aynı türden oluşmuş bireylerin doğal yaşama ortamı.
14. Beslenmek için bir canlıyı avlayıp yiyen canlılar.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

2.3 EKOSİSTEMDEKİ MADDE VE ENERJİ AKIŞI

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Ekosistem örneği

Dünya üzerinde çok çeşitli alanlara dağılmış canlılar birbirleri ve cansız çevre ile etkileşim hâlindedir. Canlı ve cansız varlıklardan oluşan, karşılıklı ilişki ve etkileşim hâlinde olan ekosistemler; yapı, işlev ve bütünlük bakımından sayılamayacak kadar çeşitlilik göstermektedir. Küçücük bir akvaryumdan okulunuzun bahçesine; doğal su birikintisinden göllere, okyanuslara ve yakınınızda bulunan bir parktaki bitki topluluğundan uçsuz bucaksız ormanlara kadar çok çeşitli ekosistemler dünyanın her yerine dağılmış durumdadır.

Dünya üzerinde birbirleri ve cansız varlıklarla iletişim ve etkileşim hâlinde olan her canlı yaşadığı alanda kendine özgü bir işleve sahiptir. Canlıların varlıklarını sürdürebilmeleri için yaşam alanlarında sürekli ve düzenli ilişkiler sağlayacak şekilde bir arada olmaları gerekir.

1. Yaşadığınız bölgede ekolojik anlamda ilgi çekici noktalar (park, arboretum, botanik bahçesi, orman, deniz, göl, nehir gibi) var mı? Bu tür yerlerle ilgili gözlemleriniz nelerdir?

2. Canlıların çevreyle etkileşimleri neden önemlidir? Bu konudaki görüşlerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Ekosistemdeki enerji akışı, beslenme yoluyla bir organizmadan diğerine enerji aktarımı şeklindedir. Aktarılan enerji, kimyasal enerji formundadır. "Enerji" temasında öğrendiğiniz üzere enerji, çeşitli formlarda bulunur ve canlılarda bir formdan başka bir forma dönüştürülür. Doğadaki tüm enerji ilişkileri, genel iki fizik yasası olan termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarıyla açıklanır.

Termodinamik; ısı, sıcaklık ve enerjiyi konu alan madde dönüşümlerinin incelenmesi olarak adlandırılabilir. **Termodinamiğin birinci yasası**, doğadaki mevcut enerji yasasının değişmezliği ile ilgilidir. Bu yasaya göre doğadaki enerji yoktan var edilemez ya da vardan yok edilemez. Ancak çeşitli yollarla bir şekilden ötekine aktarılabilir ve dönüştürülebilir. Örneğin bitkiler, enerji üreticisi değil güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren bir enerji dönüştürücüsüdür.

Termodinamiğin ikinci yasası, enerjinin niteliği ile ilgilidir. Ekosistemlerin canlı ögeleri arasında her enerji aktarımı ya da dönüşümü sırasında sistemdeki mevcut enerjinin bir kısmı, ısı enerjisine dönüşerek çevreye yayılır. Termodinamiğin ikinci yasasına göre enerjinin ekosistemlerdeki akışı sırasında enerji farklı şekillere dönüştükçe enerjinin iş yapmak için kullanılabilir bölümü giderek azalır.

3. Etkinlik

Adı	***Beslenme İlişkileri ve Ekosistemlerde Enerji Akışı***
Amaç	*Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme*
Süre	*40+40+40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda çalışma kâğıdındaki sorulara vereceğiniz cevaplar öğretmeniniz tarafından hazırlanacak **Puanlama Anahtarı** ile değerlendirilecektir.*

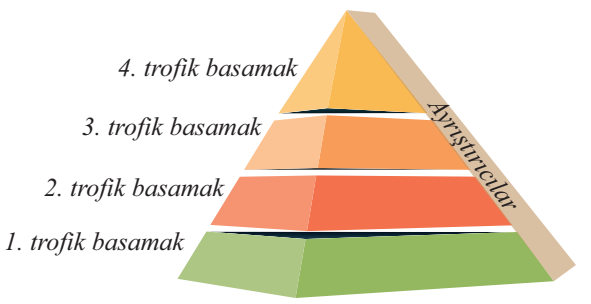
1. *Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*

2. *"Besin zincirleri, üreticiden son tüketiciye doğru tek yönlü olup basit görünürlüktedir. Ekosistem içinde örtüşen çok sayıda besin zinciri karmaşık besin ağlarını oluşturur. Besin ağları habitattaki tüm organizmalar arasındaki enerji aktarımını gösterir." bilgisinden yola çıkarak aşağıda verilen farklı türleri (üretici, tüketici, ayrıştırıcı) içeren listeleri inceleyiniz.*

Farklı Türde Canlıları İçeren Liste (Üretici, Tüketici, Ayrıştırıcı)			
1. Liste	2. Liste	3. Liste	4. Liste
aslan	kurt	sincap	tavşan
mantar	fare	ceviz ağacı	kurt
tavşan	zebra	tilki	geyik
buğday	ot	baykuş	yonca
çekirge	mantar	cıvık mantar	saprotrof bakteri
		kartal	

3. *İncelediğiniz listelerdeki türleri kullanarak farklı besin zincirleri oluşturunuz (Listede yer alan veya daha farklı türlere ait canlıların görselleriyle ve öğretmen tarafından hazırlanan kartlarla aynı canlıların birden çok kullanıldığı farklı besin zincirleri oluşturabilirsiniz.).*

4. *Oluşturduğunuz besin zincirindeki canlıları verilen boş besin piramidine yerleştiriniz. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.*



a) Besin zincirinde her türün bulunduğu trofik basamak (beslenme basamağı) tüm ekosistemlerde aynı mıdır? Açıklayınız.

---

b) Kurguladığınız besin zincirindeki tüketicilerin beslenme çeşitleri nelerdir?

c) Her basamaktaki enerji eldesinin farklı olmasının nedeni nedir?

4. Besin zincirini oluştururken nelere dikkat ettiniz? Grubunuzla oluşturduğunuz besin zincirini kısaca açıklayınız.

5. Grupça oluşturduğunuz besin zincirlerini bir araya getirerek canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağına dönüştürünüz.

6. Besin ağlarındaki ilişki örüntülerini benzerlik ve farklılıklarını dikkate alarak (trofik yapı düzeni, enerjinin akış yönü, bir türün birden fazla türle ilişkide olması vb.) tanımlayınız.

7. Tanımladığınız örüntüleri kullanarak ekosistemlerdeki enerji akışı hakkında genellemeler yapınız. Bu süreçte çeşitli dijital uygulamalardan yararlanabilirsiniz.

8. Yaptığınız genellemelerden hareketle enerji piramidi oluşturunuz.

9. Oluşturduğunuz enerji piramidinde trofik basamaklarda hangi canlılar yer almaktadır?Açıklayınız.

10. Oluşturduğunuz enerji piramidindeki organizmaların görevi nedir? Açıklayınız.

11. Oluşturduğunuz enerji piramidini diğer gruplarla paylaşınız ve piramitlerinizi diğer grupların piramitleriyle karşılaştırarak belirlediğiniz benzerlik ve farklılıkları aşağıdaki tabloya yazınız.

Benzerlikler	Farklılıklar

12. Enerji akışıyla ilgili oluşturduğunuz örüntüleri kullanarak biyolojik birikim kavramını tanımlayınız.

13. Öğretmeninizin rehberliğinde karekod ile verilen videoyu izleyiniz.

Biyolojik Birikim

14. Biyolojik birikim ile ilgili aşağıda verilen örnek olayları inceleyiniz. Verilen soruları cevaplayınız.

Minamata Hastalığı

Japonya'nın Minamata Koyu'nda ortaya çıkan, balık ve kabukluların yenmesiyle oluşan bir tür cıva zehirlenmesidir.

Minamata, Güney Japonya'da bulunan eski bir balıkçı köyüdür. Minamata hastalığı, 1950 ve 1960'larda Japonya'daki Minamata ve komşu topluluklarda meydana gelen büyük ölçekli bir metil cıva gıda zehirlenmesidir. O güne kadar kimyasal atıkların insanlara ve besin zincirine etkileri pek bilinmiyordu. Bir fabrikadan yıllarca Minamata Körfezi'ne boşaltılan metil cıva, balıklarda metil cıva birikimine ve bu balıkları yiyen insanlarda da ciddi zehirlenmelere neden olmuştur. Minamata hastalığı, çevre kirliliğinin neden olduğu rapor edilen ilk hastalıktır. Epidemiyoloji alanında yapılacak çalışmalar, hastalık salgınlarının nedenlerinin belirlenmesi ve kontrol edilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Bu zehirlenme vücutta biriken metil cıva oranında sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Hastalarda uzuv kaybı, görme alanında daralma, denge sorunları, gözleri hareket ettirmede sorunlar, titreme, eklem ve kas ağrıları, baş ağrıları, koku alamama, bellek sorunları, uykusuzluk ortaya çıkıyordu. Bu semptomlar; kişisel özellikler, maruziyet derecesi ve kirlilik süresi gibi birçok faktörden etkilenmekteydi.

Minamata hastalığı için temel bir tedavi henüz bulunamadı. Ne yazık ki Minamata hastalığı için etkili bir ilaç yok. Her şeyden önce metil cıva tarafından tahrip edilen sinir hücrelerinin iyileşme olasılığı yoktur. Ana tedaviler semptomların geçici olarak giderilmesini ve rehabilitasyonu içermektedir.

İtai İtai Hastalığı

Dünya Sağlık Örgütünün halk sağlığı açısından endişe doğuran 10 kimyasal arasında saydığı ağır metallerden biri olan kadmiyum, ekosistemde tüm canlılar için toksik etkilere neden olmaktadır. Kadmiyum, toprak ve bitkilerden kolaylıkla besin zincirine geçebilmekte, hem çevre hem de insan sağlığını tehdit etmektedir. Kadmiyum ve türevleri, vücuda sıklıkla solunum ve sindirim yoluyla alınarak böbrekler ve karaciğerde birikir; baş dönmesi, bulantı-kusma, metal dumanı ateşi, akciğer kanseri, iskelet sistemi sorunları ve anemi gibi ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilir.

İtai itai hastalığı, kadmiyum zehirlenmesine bağlı olduğu saptanan ilk hastalıktır. Hastalık sırasında ortaya çıkan kemik ve eklem ağrıları nedeniyle hastalık, hastaların iniltilerine benzetilmiştir ve bu hastalığa itai itai ismi verilmiştir. İtai itai hastalığı, Japonya'nın Toyama Bölgesi'ndeki madenciliğe bağlıdır ve kadmiyum zehirlenmesiyle oluşur.

Kadmiyumun nehre karışması sonucunda önce balıklar ölmeye başlamış ve bu nehirle sulanan pirinçler yeterince büyüyemez olmuştur. Pirinçler, nehir suyundaki toprağa çökmüş kadmiyum gibi ağır metalleri absorbe etmiş; böylece kadmiyum insanların yiyeceklerine ulaşmıştır. 1946 yılına kadar hastalık tam olarak anlaşılamamıştır ve o yıllara kadar bölgeye ait bir enfeksiyon hastalığı olarak kabul edilmiştir. Sonraları tekrar ortaya çıkan hastalık, nehir suyundaki kurşun miktarına bağlanmış ve en sonunda Dr. Ogino ve arkadaşları 1955 yılında kadmiyumun bu hastalığa sebep olduğunu bulmuştur.

*Genel ağdan alınmıştır.**

a) Biyolojik birikimin organizmalar üzerindeki etkileri nelerdir?

b) Biyolojik birikim birden fazla nesil üzerinde etkili olabilir mi? Açıklayınız.

16. Aşağıda verilen atık pillerle ilgili biyolojik birikim sorununu inceleyiniz. Bu sorunu önlemek için neler yapılabileceği konusunda çözüm önerilerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Piller; cıva, kadmiyum, kurşun, çinko, mangan, lityum, demir, nikel, kobalt gibi kimyasal maddelerden üretilir. Pili oluşturan kimyasal maddelerin içinde bulunan ağır metaller, pillerin çöplere ve düzensiz depolama alanlarına rastgele atılması sonucunda zamanla toprağa ve suya karışıp, besin zinciri yoluyla canlılara ulaşarak canlı hayatı için risk oluşturur. Zaman içerisinde bu etkiler insanlar üzerinde de görülür. Atık piller; besin zinciri ile insana geçtiğinde insan vücudunda birikerek nörolojik bozukluklar, merkezî sinir sistemi hastalıkları, kanser, böbrek ve karaciğer hastalıkları gibi sağlık sorunlarına neden olur.

17. Biyolojik birikimle ilgili yaptığınız çıkarımlardan yola çıkarak aşağıdaki soruları cevaplayınız ve kendi beslenme alışkanlıklarınızın güvenilirliğini gözden geçiriniz.

a) Gıda alışverişinizi yaparken nelere dikkat ediyorsunuz?

b) Besin tüketiminde "bilinçli tercihler yaparak beslenmek" ne anlama gelir?

c) Biyolojik birikimin insan sağlığına etkisi ne olabilir?

ç) Yediğiniz besinlerden kaynaklı biyolojik birikime örnekler veriniz.

18. Yaptığınız çıkarımlar çerçevesinde kendi beslenme alışkanlıklarınız hakkında düşünerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Olumsuz olduğunu düşündüğünüz beslenme alışkanlığınız var mı?

b) Cevabınız "evet" ise bu alışkanlığınızın sonuçlarını tahmin etmeye çalışınız.

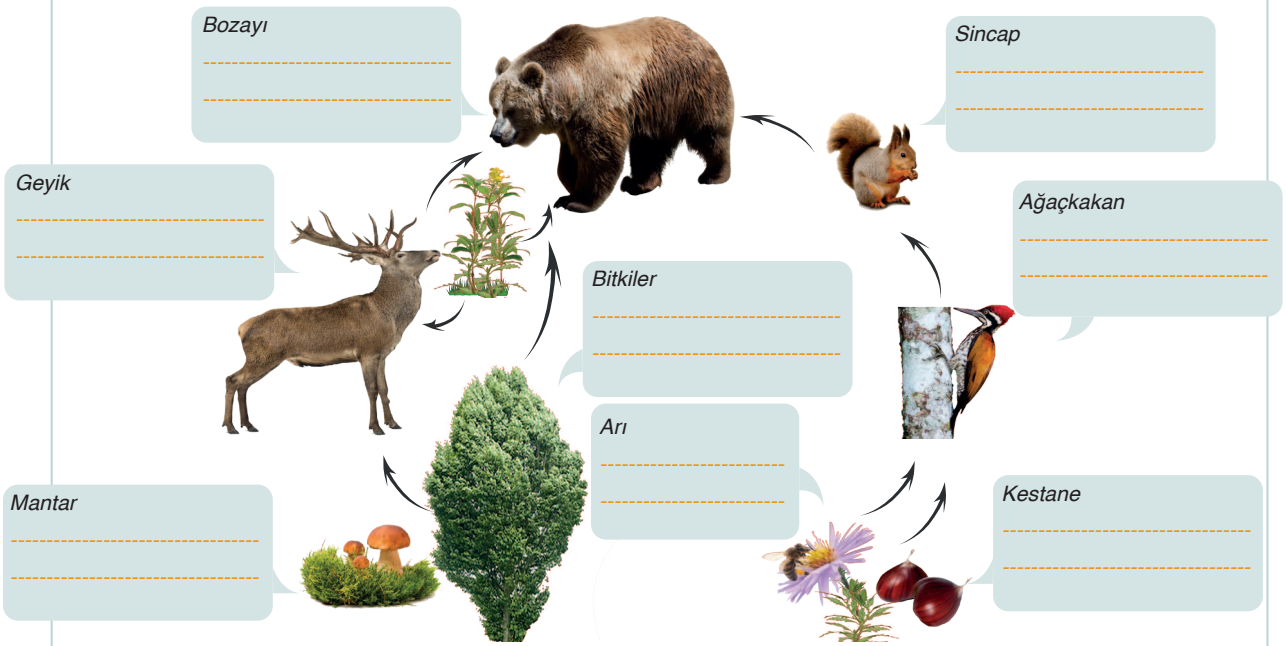
c) Olumsuz beslenme alışkanlığına bağlı yaşadığınız sorunlar var mı?

ç) Cevabınız "evet" ise bu sorunlara çözüm önerileri üretmeye çalışınız.

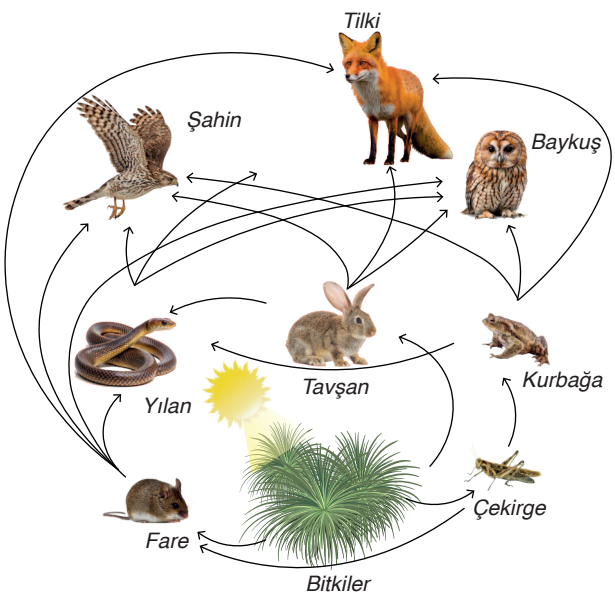
Değerlendirme

Çalışma Kâğıdı

1. Aşağıda verilen görselleri inceleyiniz. Görsellerin yanında boş bırakılan yerleri canlıların besin zincirindeki rollerine uygun olarak doldurunuz.



2. Aşağıda verilen görseli inceleyerek soruları cevaplayınız.



a) Bu besin ağındaki canlılarla kaç farklı besin zinciri oluşturulabilir?

b) Besin zincirinin ilk halkasını hangi canlılar oluşturur?

c) Hangi canlılar birincil tüketicilerle beslenir?

ç) Hangi canlılar birden fazla canlıya besin olabilir?

d) Şahin kaçıncı trofik basamakta bulunur?

3. Aşağıda verilen görseli inceleyerek soruları cevaplayınız.

a) Besin piramidinde enerjinin giderek azalmasının sebebi nedir?

b) Her canlıda değişime uğrayan enerjinin tek yönlü akmasının sebebi nedir?

c) Hangi canlılar birincil tüketicilerle beslenir?

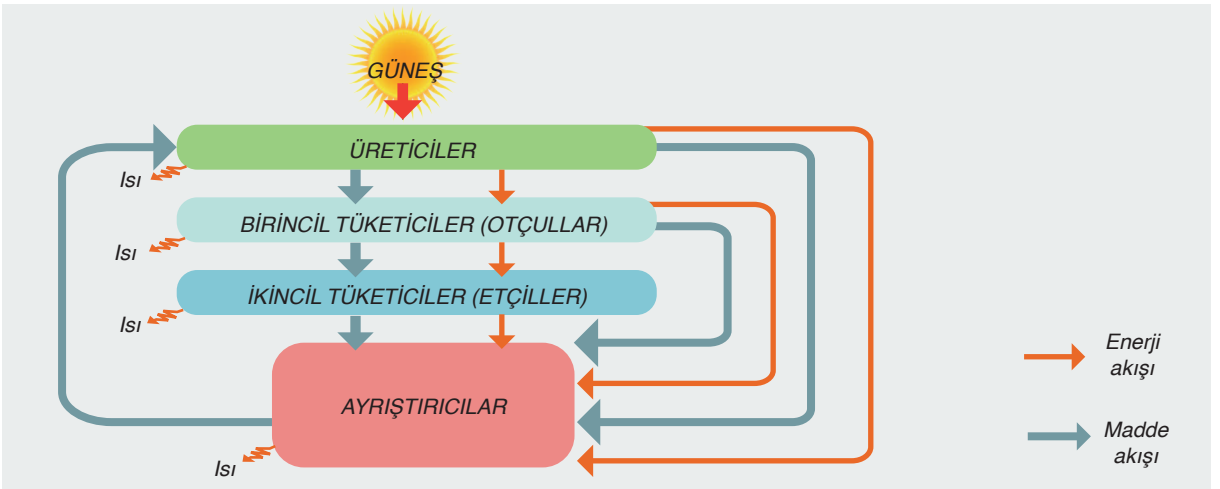
ç) Ekosistemdeki enerji akışı neden önemlidir?

d) Biyolojik birikimin hangi canlılarda en fazla olması beklenir?

Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı

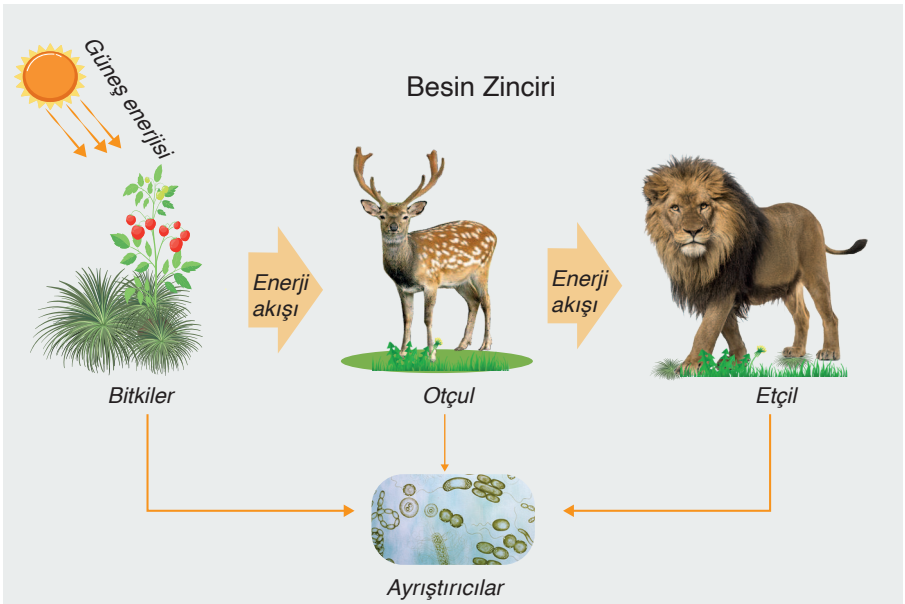
Canlıda gerçekleşen yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için enerjiye ve karbon, azot gibi inorganik maddelere ihtiyaç duyulur. Canlıların yaşamını sürdürebilmesi için enerjinin bir biçimden başka biçime dönüştürülmesi gerekir. Bunun için öncelikle güneşten gelen ışık enerjisi, fotosentez yoluyla bitkiler tarafından kimyasal enerjiye dönüştürülerek organik besinlerin yapısına aktarılır. Bitkilerde depolanan enerji, besin yoluyla otçul hayvanlara ve onlardan da etçil hayvanlara geçer. Canlıların atıkları ve kalıntıları, ayrıştırıcılar tarafından parçalanarak üreticiler için tekrar kullanılır hâle getirilir. Bu süreçte ekosistemdeki madde ve enerji akışı; üretici, tüketici, ayrıştırıcı canlılar aracılığı ile dengede ve sürekli bir akış hâlinde kalır *(Görsel 2.26)*. Bu dengenin sağlanmasında besin zincirleri ve madde döngüleri önemli rol oynar.

Görsel 2.26
Ekosistemde madde ve enerji akışı



Besin Zinciri

Besinlerde depolanan enerjinin üretici canlılardan tüketici canlılara doğru tek yönlü olarak iletimi, besin zincirleriyle gerçekleştirilir *(Görsel 2.27)*. Üreticilerden başlayarak canlılar arasında bir zincirin halkaları gibi devam eden beslenme ilişkisi **besin zinciri** olarak adlandırılır. Besin zinciri, üreticilerin güneşten gelen ışık enerjisini dönüştürmeleri ile başlar. Dönüştürülen bu enerji, besin zinciri yoluyla bir canlıdan diğerine aktarılır. Aktarılan enerji; canlılar tarafından biyosentez tepkimeleri, sinirsel iletim, aktif taşıma, kas faaliyetleri, büyüme, ısı üretme gibi durumlarda kullanılır.

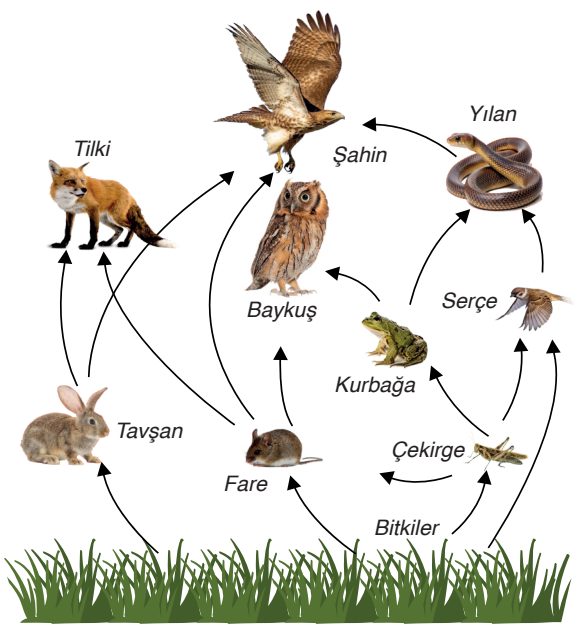


Görsel 2.27
Besin zincirinde enerji akışı

Üreticilerle beslenen otçul (herbivor) canlılara **birincil tüketici**, otçullarla beslenen canlılara **etçil (karnivor)** ya da **ikincil tüketici**, otçul ve etçilleri yiyerek beslenen canlılara ise **üçüncül tüketici** adı verilir. **Hepçil (omnivor)** adı verilen bazı hayvanlar hem diğer hayvanlarla hem de bitkilerle beslenir. Hem etçil hem otçul olan bu hayvanlar, besin zincirinde değişik basamaklarda bulunabilir. Her besin zincirinde bitkisel ve hayvansal kalıntıları topraktaki humus ve minerallere dönüştürebilen **ayrıştırıcılar** bulunur.

Besin Ağı

Birçok canlı tek çeşit yerine çok çeşit besin tükettiği için birden fazla besin zincirinde yer alır. Bazı canlıların birden fazla besin zincirinde yer alması nedeniyle ekosistemler, çok sayıda farklı besin zinciri içerir. Farklı besin zincirlerinin birbirine bağlanarak daha karmaşık ve çok yönlü beslenme ilişkileri oluşturduğu yapıya **besin ağı** denir *(Görsel 2.28)*.



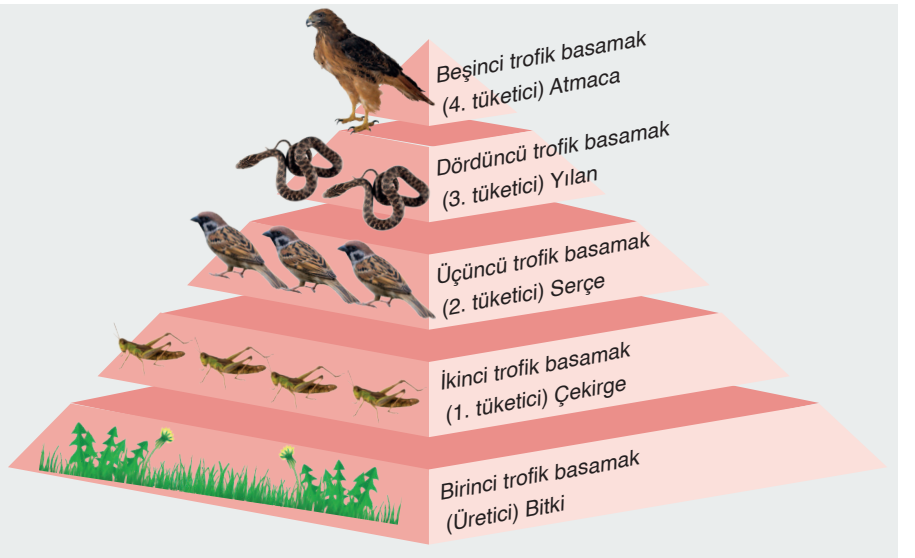
Görsel 2.28
Besin ağı örneği

Ekolojik Piramitler

Ekolojik piramitler, bir biyotik komünitede farklı trofik basamakta bulunan canlılar arasındaki ilişkileri gösteren grafiklerdir.

Besin Piramidi

Besin piramidi; üreticilerden başlayarak tüketicilere kadar uzanan, canlıların doğada nasıl bir beslenme ilişkisi içinde olduklarını ve enerjinin bu canlılar arasında nasıl aktarıldığını gösteren bir şekildir *(Görsel 2.29)*. Bir popülasyonu oluşturan tüm bireylerin toplam kütlesi **biyokütleyi** oluşturur. Belirli bir türün popülasyonlarının beslenme düzeyindeki her bir basamağa **trofik basamak** denir. Her bir trofik basamaktaki canlıların biyokütlesi, bu türlerin sahip olduğu organik maddelerin toplamıdır. Birinci trofik basamakta biyokütlesi en fazla olan üreticiler bulunur. İkinci trofik basamakta otçullar, üçüncü trofik basamakta ise etçiller yer alır. Ayrıştırıcılar ise tüm trofik basamaklarda bulunur.



Görsel 2.29
Besin piramidi

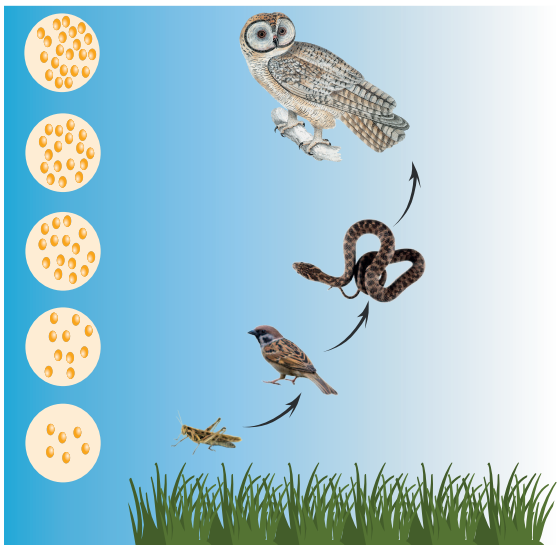
Görsel 2.30
Enerji piramidi

Enerji Piramidi

Besin zincirlerinde enerji akışı, üreticilerden tüketicilere doğru gerçekleşir. Bir trofik basamaktaki kullanılabilir enerjinin yaklaşık %10'u bir üst basamaktaki canlılara aktarılabilir. Enerji akışı sırasında mevcut enerjinin yaklaşık %90'ı canlılık faaliyetlerinde kullanılır ve ısı olarak çevreye yayılır. Bu nedenle enerjinin yalnızca %10'u bir trofik basamaktan diğerine geçer. Bu durum **%10 Yasası** olarak adlandırılır. Trofik basamak sayısı arttıkça enerji kaybı da artar. Besin zincirlerinde enerjinin akışı sırasında yaşanan bu kayıplar enerji piramidi ile ifade edilir *(Görsel 2.30)*. Besinlerle alınan enerjinin bir bölümü sindirilmeden dışkı yoluyla atılır. Dışkı ile atılan bu organik kalıntılar, ayrıştırıcılar tarafından parçalanarak dönüştürülür. Bu süreçte ayrıştırıcılar, kendi besin gereksinimlerini de karşılamış olur.

Biyolojik Birikim ve Etkileri

İnsanların gerçekleştirdiği birçok endüstriyel faaliyet sonucu kimyasal ve sentetik maddeler doğaya bırakılmaktadır. Bu zararlı maddeler toprak, su gibi ortamlara karışarak besin zinciri boyunca ilerleyip insanlara kadar ulaşabilir. Vücuttan kolayca uzaklaştırılamayan bu maddeler, besin piramidinde yer alan farklı trofik basamaklardaki canlıların dokularında birikir. Sonuç olarak canlılarda ciddi sağlık sorunlarına ve hatta ölümlere yol açabilir. Bu durum **biyolojik birikim** olarak adlandırılır *(Görsel 2.31)*.



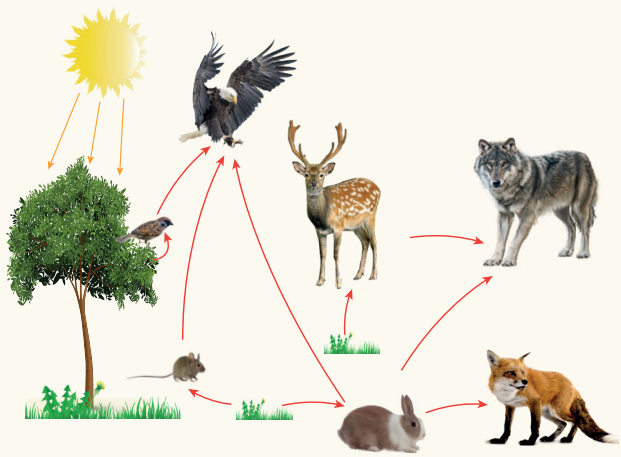
Görsel 2.31
Biyolojik birikim yapan maddeler besin zincirinde gittikçe artan oranda birikir.

Besin piramidinin üst basamaklarına çıkıldıkça canlıların vücudunda biriken zehirli madde miktarı artar. Çevrenin kurşun, cıva gibi ağır metaller, pestisitler, radyoaktif maddeler, endüstriyel atıklarla kirlenmesi önemli bir sorundur. Örneğin biyolojik birikime neden olan DDT (Dikloro Difenil Trikloroetan), 20. yüzyılın ikinci yarısında tarım zararlıları ve sıtma taşıyan sivrisineklere karşı yaygın olarak kullanılan bir pestisittir. Ancak yapılan bilimsel çalışmalar, DDT'nin besin zincirleri yoluyla ekosistemde taşındığını ve canlı dokularında biriktiğini göstermektedir. DDT'nin çevrede yaklaşık 10 yıl boyunca kalabildiği ve fiziksel etkenlerle kolayca parçalanmadığı belirlenmiştir. DDT kullanımı 1980'li yıllardan itibaren birçok ülkede yasaklanmıştır.

Kontrol Noktası

Aşağıda bazı canlıların oluşturduğu besin ağı verilmiştir. Canlılar arasındaki oklar bu ağdaki beslenme ilişkilerini göstermektedir.

Besin ağını inceleyiniz ve verilen soruları cevaplayınız.



1. Bu besin ağının birinci basamağı hangi canlılardan oluşur?
2. Hangi canlılar güneş ışığını kimyasal bağ enerjisine dönüştürür?
3. Bu besin ağında hangi canlılar birincil tüketicidir?
4. Hangi canlılar birincil tüketicilerle beslenir?
5. Hangi canlılar birden fazla besin zincirinde yer alır?
6. Besin zincirinde üreticiden son tüketiciye doğru gidildikçe enerji aktarımı ve birey sayısında nasıl bir değişiklik gözlenir?
7. Fare kaçıncı trofik basamakta bulunur?
8. Hangi canlılarda biyolojik birikiminin en fazla olması beklenir?

2.4 MADDE DÖNGÜLERİ

Konuya Başlarken

Yazılı ve sözlü basında zaman zaman çıkan haberlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

Örnek haberlerden ve önceki öğrenmelerinizden yola çıkarak madde döngülerinin yaşam için önemini nasıl açıklarsınız?

Türkiye "en kurak" kışlardan birini yaşıyor. 7 bölgede de hissedilen kuraklık, pek çok sistemi derinden vurdu. İçme suyu oranları düştü, tarım sektörü etkilendi, biyoçeşitlilik azaldı…

Mersin'de de nem oranının yüzde 62'ye çıkmasıyla kent merkezinde hissedilen hava sıcaklığı 41 dereceye ulaştı…

İklim değişikliği, yağış azlığı ve buharlaşmanın etkisiyle 2022 ve 2023'te kuraklıkla karşı karşıya kalan ve ihtiyaç üzerine kimi zaman su takviye edilen içme suyu, enerji ve tarımsal sulama ihtiyacının karşılandığı barajlarda sonbahar ve kış aylarındaki yağışlar sayesinde su seviyesi yükseldi.

Atmosferdeki karbondioksit oranı 144 yılda yüzde 45 arttı. Sera etkisine neden olan başlıca gazlardan karbondioksidin değeri, 1880 yılında yaklaşık 291 ppm iken bu değer 2023 yılında yüzde 45 artışla 421 ppm'ye ulaştı…

Bostanlı Sahili'nde kıyıya yakın bazı noktalar, sudaki azot ve fosfor miktarının artmasıyla meydana gelen deniz yosunu nedeniyle yeşile büründü…

İnsanlığın kapalı bir biyosferde nasıl yaşayabileceğini test etmek üzere bilim insanları, 1987-1989 yılları arasında bir ekoloji projesi olan Biyosfer-2'yi geliştirmişlerdir *(Görsel 2.32)*.

Görsel 2.32
Biyosfer-2

Proje için ABD'nin Arizona Çölü'nde dış ortamdan tamamen izole, yaklaşık 12.000 m^2lik bir yaşam alanı inşa edilmiştir. Bu alanda yeryüzündeki yaşam için gerekli olan su, oksijen, karbon, azot gibi temel maddelerin aktarılabileceği bir ekosistem kurulmuştur. İki yıl boyunca içerideki sekiz insana da hayat imkânı sağlayacak olan projenin amacı, uzayda insan yaşamına uygun koloni kurulmasına hazırlık yapmaktır. Biyosfer-2 alanında akarsu, bitki örtüsü, buharlaşma, yağmur ve ihtiyaç duyulan tüm maddelerin üretimi kendi döngüsü içinde oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çalışma iki yıl devam etmiş ve proje sonlandırıldığında yaşam alanındaki oksijen oranı %14'e düşmüş, karbondioksit derişimi artmış, azot oksit miktarı ise insanın sinir sistemine zarar verecek oranlara ulaşmıştır. Su kaynakları kirlenmiş, ortama bırakılan 25 omurgalı türünden 19'u yok olmuş, bitkilerin çoğu ve tozlaşmayı sağlayan böcekler ölmüş, göller yosunlarla kaplanmıştır. Ayrıca karınca, çekirge ve hamam böceklerinin sayısı artmış; içeride yaşayan insanlar oksijen yetersizliği yaşamaya başlamıştır. Kısacası Biyosfer-2 Projesi'nde madde döngüleri gerçekleşmemiştir.

Dünyada madde döngülerinin düzenli şekilde gerçekleşmemesi çevre sorunlarını beraberinde getirir. Örneğin azotlu bileşiklerin atmosferdeki artışı asit yağmurlarına neden olur. Su döngüsünün bozulmasıyla bazı bölgelerde kuraklık artarken bazı bölgelerde seller ve su taşkınları ortaya çıkabilir. Karbon döngüsündeki bozulmalar, yeryüzündeki sıcaklık artışına neden olur. Su kaynaklarının kuruması ve sıcaklıkların değişmesi ise günlük yaşamda ve küresel ölçekte coğrafi, ekonomik ve politik pek çok soruna neden olur. Madde döngülerinde meydana gelebilecek bozulmalar doğal dengenin bozulmasına, iklimsel ve coğrafik değişikliklere neden olabilir. Bu değişimler, doğal kaynakların azalması ya da yok olmasına, ekosistemlerin bozulmasına yol açar. Ekosistemlerin bozulması; çölleşme, suların ve toprağın kirlenmesi, beslenme sorunları, doğrudan veya dolaylı olarak doğada yaşayan canlıların zarar görmesi, bazı türlerin yok olması ya da göç etmesi ve sağlık problemleri gibi canlı yaşamının devamlılığını tehdit eden sorunlara ve tür çeşitliliğinin azalmasına neden olur.

Belli bir bölgede etkili olan sorunlar zamanla tüm dünyayı etkileyebilir. Ekonomik anlamda çevre doğal bir kaynak teşkil eder. Bunun bilincinde olan gelişmiş ülkeler, ekonomik faaliyetlerini sürdürürken çevreyi korumanın önemini bilerek bu yönde bir yaklaşım içerisine girmişlerdir. Gelişmekte olan ülkelerde ise ekonomik öncelikler, yeterli çevre bilincinin oluşmaması, çevresel politikaların yetersiz kalması gibi nedenlerle çevre kirliliğini önlemek mümkün olmamaktadır.

1960'lı yıllardan itibaren çevre sorunları ile ilgili önlemlere yönelik girişimler, uluslararası düzeyde çevre politikalarının belirlenmesinde etkili olmaya başlamıştır. Çevre politikalarının temel amacı sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik ve sosyal gelişme kaydedilirken doğal kaynakların korunması, gelecek nesillerin bu kaynaklardan yararlanmasına imkân sağlanması, çevre üzerinde oluşan insan etkisinin azaltılması yönündedir. Çevre sorunlarının çözümü, uluslararası iş birliğini gerekli kılmaktadır. Bu kapsamda oluşturulan Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi, iklim değişikliği rejimini düzenlemeyi amaçlayan Paris Antlaşması, yabani hayvan ve bitki örneklerinin uluslararası ticaretinde türlerin korunmasını sağlayan CITES (Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme), Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınması ve Bertaraf Edilmesinin Kontrolüne İlişkin Basel Sözleşmesi gibi anlaşmalarla çevre sorunlarına çözüm aranmaktadır.

4. Etkinlik

Adı	***Su, Azot ve Karbon Döngülerinin Modellenmesi***
Amaç	*Madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturabilme*
Süre	*40+40 dk.*
Malzeme	*Tasarlayacağınız modele uygun kendi seçeceğiniz malzemeler*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek madde döngüleri ile ilgili modeller tasarlayınız.*
- *Tasarladığınız modeller karekodda verilen **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Etkinlik sonunda karekod ile verilen **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*

1. *Aşağıdaki soruları sözlü olarak cevaplayınız.*
   - *Ekosistemdeki enerji akışı gibi ekosistemde bulunan maddelerin de organik ve inorganik formlara dönüşerek canlı ve cansız ortamlar arasında sürekli bir döngü hâlinde olduğunu göz önüne alarak su, karbon ve azot döngülerinde değişikliklere sebep olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler nelerdir?*
   - *Fotosentez ve solunum açısından CO_2 döngüsü nasıl değerlendirilir?*
   - *Amino asitlerin, DNA ve RNA gibi moleküllerin yapısında azot bulunur. Bu bağlamda azot döngüsünün canlılar için önemi nedir?*
2. *Bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynakları kullanarak, madde döngüsü modellerini araştırıp bilgi toplayınız.*
3. *Elde ettiğiniz bilgilerden faydalanarak su, azot ve karbon döngüleri ile ilgili birden fazla model oluşturmak için istasyon tekniğinden yararlanınız.*
4. *Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturarak su, azot ve karbon döngülerini temsil eden aşağıdaki gibi istasyonlar oluşturunuz.*
   - ***Birinci istasyon:** Su döngüsü*
   - ***İkinci istasyon:** Azot döngüsü*
   - ***Üçüncü istasyon:** Karbon döngüsü*
5. *İstasyonlara gidecek öğrencileri aranızda belirleyiniz. Tüm öğrencilerin istasyonlarda görev almasına dikkat ediniz.*
6. *Her istasyonda gözlem yapmak, gruplara kılavuzluk etmek ve ürünleri toplamak için bir istasyon şefi belirleyiniz.*
7. *Döngülerin genel aşamalarını gösteren bir model oluşturmak üzere grup olarak her istasyonda on dakika çalışınız.*
8. *On dakika sonra grupların istasyonlarını değiştiriniz ve her grubun bir önceki grubun bıraktığı yerden işe devam etmesini sağlayınız.*
9. *On dakika sonra grupların istasyonlarını tekrar değiştiriniz. Her grup, her istasyonda çalışacak şekilde bu değişimi sürdürünüz.*
10. *Oluşturduğunuz modelleri kullanarak madde döngülerini açıklayınız.*
11. *Modelinizi tamamladıktan sonra, incelediğiniz bilimsel içerikli kaynaklarda yer alan madde döngüsü modelleri ile kendi oluşturduğunuz modelleri karşılaştırınız.*
12. *Karşılaştırmalarınızda bulduğunuz farklılıkları ve bu farklılıkların sebeplerini aşağıdaki tabloya yazınız.*

Tespit Ettiğiniz Farklılıklar	Farklılıkların Sebepleri
1. 2. 3. . .	1. 2. 3. . .

13. Tespit ettiğiniz farklılıkların madde döngülerinin açıklanmasında bilimsel bir hataya sebep olup olmayacağını değerlendiriniz.

14. Hata tespit ettiyseniz modelinizi yeniden yapılandırınız.

Değerlendirme

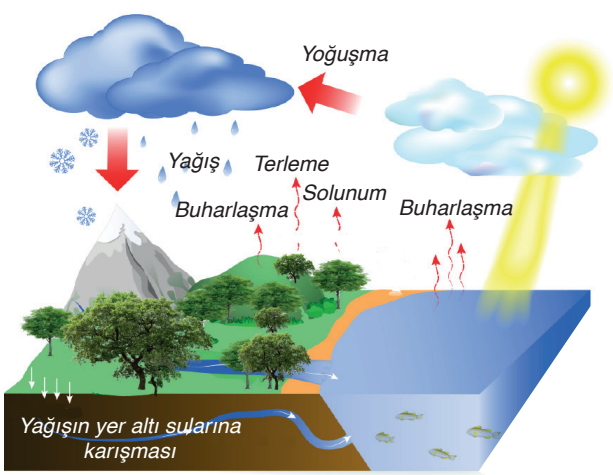
Öz Değerlendirme Formu

Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

Madde Döngüleri

Ekosistemde bulunan maddeler canlı ve cansız ortamlar arasında sürekli bir döngü hâlindedir. Canlılar, yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için bulundukları ortamdan ihtiyaç duydukları organik ve inorganik maddeleri alır. Canlıların yapısına katılan bu maddeler, canlının ölümü ve metabolik atıkları ile tekrar dış ortama verilir. Yeryüzündeki yaşamın sürekliliği için su, karbon, azot gibi maddelerin devirli kullanılması gerekir. Bu olayın gerçekleşmesi madde döngüleri ile sağlanır. Maddelerin alınması, kullanılması ve atık olarak ortama verilmesi canlı ve cansız ortamda döngüsel olarak gerçekleşir. Atmosfer ile yeryüzü arasında gerçekleşen su, karbon ve azot döngüleri ekosistemdeki en önemli madde döngüleridir.

Görsel 2.33
Su döngüsü



Su Döngüsü

Yeryüzündeki su; okyanus, göl, akarsu, yer altı kaynakları gibi ortamlarda bulunur. Su, kutup bölgelerinde ve yüksek rakımlarda ise kar veya buz olarak donmuş şekildedir. Suyun buharlaşma, yoğuşma, yağış, akış gibi olaylarla yeryüzü ve gökyüzü arasında sürekli bir döngü hâlinde dolanımına **su döngüsü** denir *(Görsel 2.33)*.

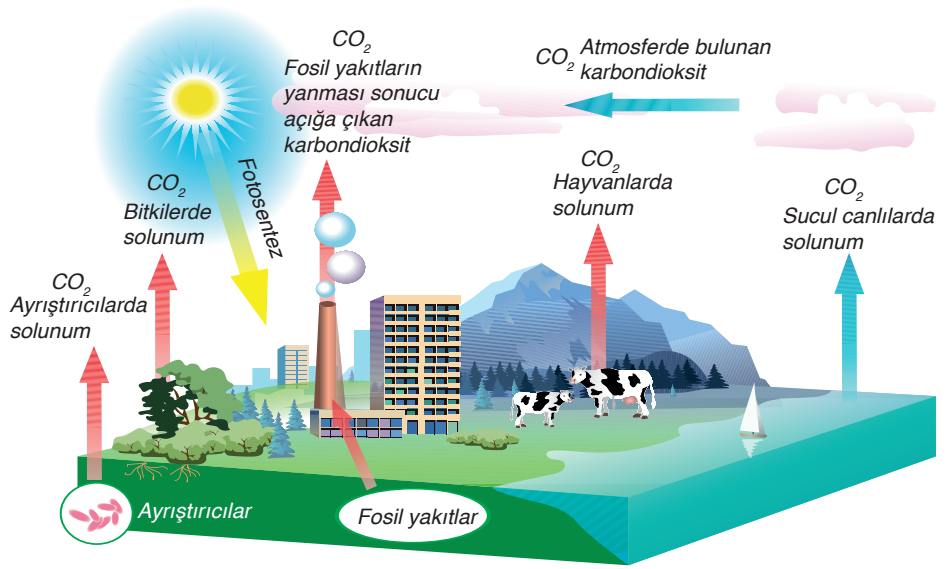
Su döngüsü; buharlaşma, yoğuşma, terleme gibi temel olaylarla gerçekleşir. Okyanus, deniz, göl, akarsu ve karalardan buharlaşan su atmosfere geçer. Su ayrıca canlıların terleme ve solunumuyla da atmosfere çıkar. Atmosferdeki su buharı; hava olayları ile yağmur, kar veya dolu olarak yeryüzüne iner. Yeryüzüne inen suyun bir kısmı tekrar buharlaşarak atmosfere çıkar. Suyun bir kısmı dere ve nehir sularıyla denizlere ve okyanuslara taşınır. Toprak tarafından emilen suyun bir kısmı da yer altı sularını oluşturur.

Karbon Döngüsü

Karbon, canlı organizmaların yapısını oluşturan organik moleküllerin temel elementidir. Atmosferde, okyanuslarda, tatlı sularda, toprakta ve canlı organizmaların dokularında bulunan karbon bu sistemler arasında sürekli bir dolaşım hâlindedir. Karbonun atmosfer, bitki örtüsü, okyanus, deniz, tatlı su, toprak ve canlı organizmalar arasında dolaşımına **karbon döngüsü** denir *(Görsel 2.34)*. Karbon, atmosferde CO_2; suyun içinde CO_2 ve bikarbonat; karada ise doğal gaz, petrol, kömür ve kireç taşı olarak bulunur.

Yeşil bitkiler ve fitoplanktonlar ortamdaki karbondioksidi fotosentezde kullanır. Fotosentez sonucu oksijen ve organik maddeler oluşur. Fotosentez yapan canlılar, ihtiyaç duydukları enerjiyi elde etmek için sentezledikleri organik maddelerin bir kısmını solunumda kullanır. Solunum sonucu açığa çıkan karbondioksit atmosfere geri verilir. Organik maddeler besin zinciri yoluyla üreticilerden tüketicilere aktarılır. Tüketiciler tarafından besinlerle alınan organik maddeler sindirilir ve bunların bir kısmı solunumda kullanılır. Böylece fotosentezle organik besinlerin yapısına katılan karbondioksit, solunum sonucu tekrar atmosfere geçerek döngüye katılır. Bitki ve hayvanların atıkları ve kalıntıları, ayrıştırıcılar tarafından parçalanır. Canlıların yapısına katılan karbon; solunum, boşaltım ve ayrışma sonucu tekrar atmosfere döner. Ayrıca odunun veya fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğal gaz) yanması ile de karbondioksit atmosfere verilir.

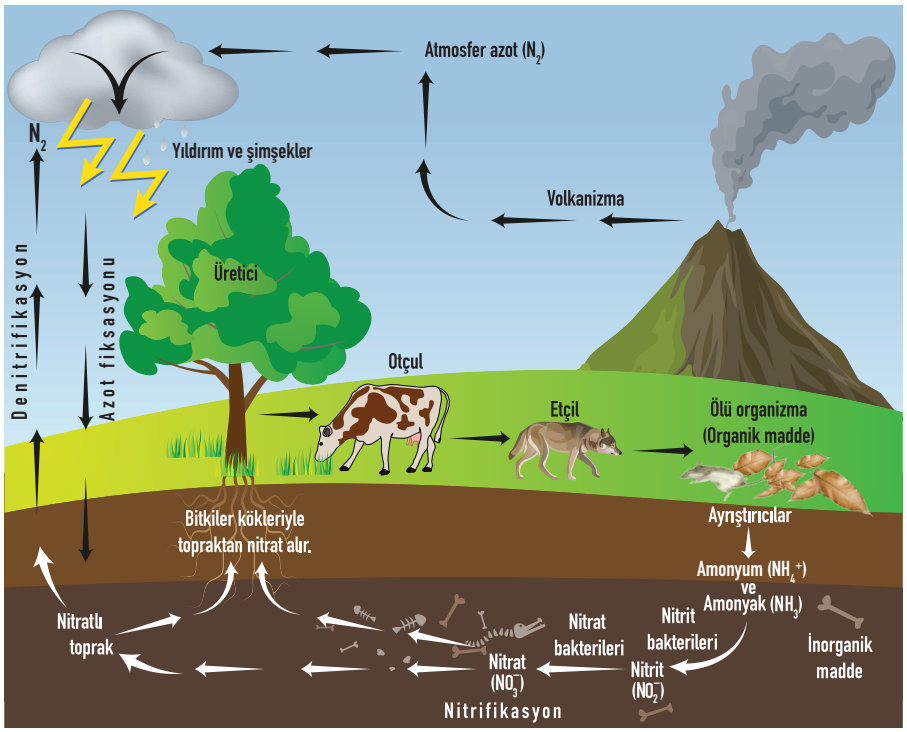
Kireç taşları karbonu hapseder. Yeryüzündeki kireç taşlarının zamanla aşınması ile içlerindeki karbon açığa çıkar ve tekrar karbon döngüsüne katılır.



Görsel 2.34
Karbon döngüsü

Azot Döngüsü

Azot, canlı yaşamı için yapısal ve işlevsel öneme sahip temel elementlerden biridir. Canlılar için hayati önem taşıyan amino asit, nükleik asit, hormon, vitamin gibi moleküllerin yapısına katılır. Atmosferde gaz hâlinde bulunan azot havanın yaklaşık %78'ini oluşturur. Azotun atmosfer, toprak, su ve canlılar arasındaki dolaşımına **azot döngüsü** denir *(Görsel 2.35)*.



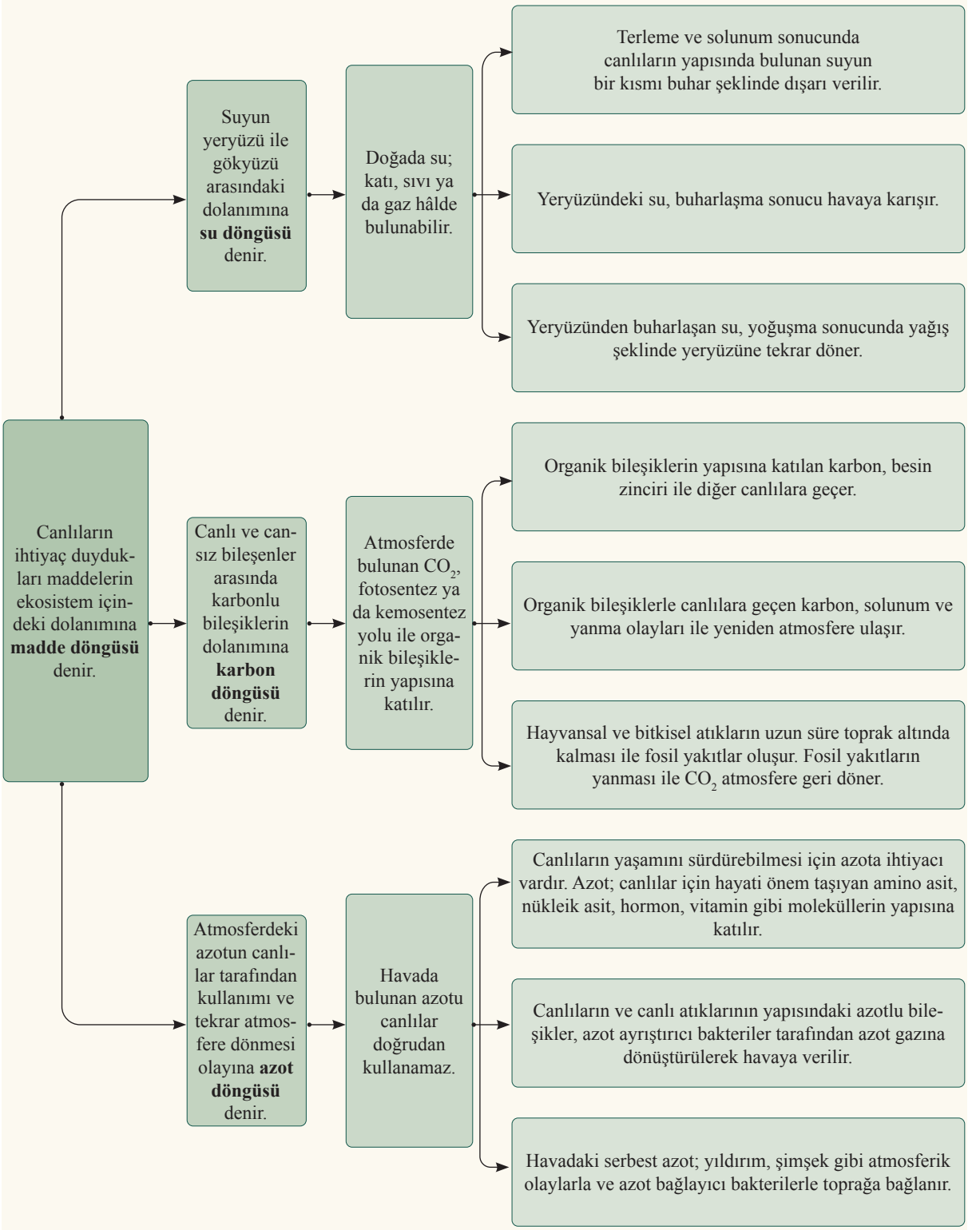
Görsel 2.35
Azot döngüsü

Bitkilerde atmosferde bulunan azot doğrudan kullanılamaz, azotun bitkilerde kullanılabilmesi için amonyum ve nitrata çevrilmesi gerekir. Havadaki azot, toprakta ya da baklagillerin köklerinde bulunan nodüllerde yaşayan azot bağlayıcı bakterilerle *(Görsel 2.36)* toprağa bağlanır. Ayrıca atmosferde serbest hâlde bulunan azot gazı; yıldırım, şimşek gibi yüksek enerjili olayların etkisi ile toprağa geçer. Havadaki azot gazının organik bileşiklerin sentezlenmesinde kullanılan formlara dönüştürüldüğü bu iki olaya **azot fiksasyonu** denir. Bitkiler topraktan amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) olarak aldıkları azotu, protein gibi önemli organik moleküllerin üretiminde kullanır. Hayvanlarsa azot ihtiyaçlarını bitki ya da diğer hayvanlarla beslenme yoluyla elde eder. Bitki ve hayvanların ölümleri ya da metabolik faaliyetleri sonucu oluşan atıklardaki azotlu organik bileşikler; bakteri, mantar gibi ayrıştırıcı canlılar tarafından parçalanarak amonyak (NH_3) ve amonyuma (NH_4^+) dönüştürülür. Amonyak, toprakta bulunan bakteriler tarafından önce nitrite (NO_2^-) sonra nitrata dönüştürülür. Bu olaya **nitrifikasyon** denir. Topraktaki nitrat ve nitrit tuzları bazı bakteriler tarafından azot gazına çevrilerek yeniden atmosfere verilir. Azotun topraktan tekrar atmosfere geçmesini sağlayan bu olaya **denitrifikasyon** denir.

Görsel 2.36
Baklagil kökünde azot bağlayıcı bakteri bulunduran nodül

Kontrol Noktası

Aşağıda verilen madde döngüleri ile ilgili bilgi özetini inceleyerek öğrendiğiniz bilgileri kontrol ediniz.



EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

2.5 EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ÖNEMİ

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

(…) Son yıllarda kırılan sıcaklık rekorları, Dünya'nın yaşanabilir bir gezegen olarak kalabilmesi için küresel ısınmanın durdurulmasının zorunlu olduğunu gösteriyor. "Net sıfır", Dünya'nın ortalama sıcaklığındaki artışın sınırlandırılması için sera gazı salımının azaltılarak sıfıra ulaşılması için Paris Anlaşması ile konulan bir hedef.

(…) Net sıfır hedefi; dünyadaki tüm devletlerin ve şirketlerin birlikte çalışmasını zorunlu kılan, uluslararası iş birliği ile ulaşılabilecek bir hedef. Bunun için insan kaynaklı etkinlikler sonucu atmosfere en az düzeyde sera gazı salmak ve atmosfere salınan sera gazlarının geri soğurulmasını sağlayan yöntemler kullanmak gerekiyor.

(…) Net sıfır hedefine ulaşmak için alınacak tedbirler sayesinde daha sürdürülebilir bir çevre sağlanarak tarımsal verimlilik artırılabilir ve uzun ömürlü tarım ürünlerinin yetiştirilmesi kolaylaştırılabilir. Okyanus sıcaklığındaki artış engelleneceğinden deniz canlılarının yaşamını tehlikeye atan faktörlerin oluşumunun önüne geçilebilir. İnsan sağlığını ciddi anlamda tehdit eden hava kirliliği önlenebilir. Böylece tüm canlılar için tehlike oluşturan çevre kirliliği net sıfır hedefi ile kontrol edilebilir seviyeye ulaşabilir (…).

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. "Net sıfır" hedefine ulaşmak için hangi tedbirler alınabilir?
2. "Net sıfır" hedefinde sürdürülebilirliğin sağlanması ne gibi yararlar sağlar?
3. Sürdürülebilirlik nedir?

Çevreyi ve geleceği korumak amacıyla dünyada belli ölçütler oluşturulmakta, buna uygun adımlar atılması için her ülke kendi koşullarını geliştirmeye çalışmaktadır. Ülkemizde "Türkiye Yüzyılı Projeleri"nde yer alan; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan; normal binalara göre enerji verimliliği daha fazla olan ve kullandığı enerjinin belirli bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından temin eden "Neredeyse Sıfır Enerjili Binalar Projesi" geliştirilmeye devam etmektedir. **Sıfır enerjili binalar**, yıl boyunca en az tükettiği kadar enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından (güneş enerjisi paneli, rüzgâr enerjisi, ısı pompası) üreten binalardır. Sıfır enerjili binalar ile hem ekonomik hem de çevreci bir enerji verimliliği sağlanmış olur. Enerji tüketimindeki bu azalma, fosil yakıtlara olan ihtiyacın ve aynı zamanda sera gazı emisyonlarının azalmasını sağlar.

5. Etkinlik

Adı	***Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi***
Amaç	*Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini yorumlayabilme*
Süre	*40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek ekolojik sürdürülebilirliğin önemine dair bir araştırma raporu hazırlayınız ve sınıfta sununuz. Araştırma raporunuzu karekod ile verilen **Araştırma Raporu Formu**'na uygun olarak hazırlayınız.*
- *Hazırladığınız araştırma raporu, **Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Etkinlik sonunda karekod ile verilen **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*

1. *Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.*
2. *"Yenilenebilen ve yenilenemeyen doğal kaynaklar nelerdir?" ve "Sürdürülebilirlik nedir?" sorularına verdiğiniz cevapları arkadaşlarınızla paylaşınız.*
3. *Bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan "sürdürülebilirlik" hakkında araştırma yapınız ve bilgi toplayınız. Araştırma yaparken ve bilgi toplarken kişisel bilgilerinizin gizliliğini korumaya özen gösteriniz.*
4. *Yenilenebilen ve yenilenemeyen kaynaklara günlük hayatınızdan örnekler vererek bu kaynakları aşağıdaki tabloya yazınız.*

Yenilenebilen Kaynaklar	Yenilenemeyen Kaynaklar

5. *Örnek verdiğiniz yenilenebilen ve yenilenemeyen kaynakların sürdürülebilirlik ile ilişkisini açıklayınız.*

---

6. *Sürdürülebilir kaynak kullanımının çevre ve canlıların korunmasına duyarlı olma açısından önemini açıklayınız.*

---

7. *Günlük hayatta sürdürülebilir kaynak kullanımı, çevresel temizliğe ve sürdürülebilirliğe nasıl katkı sağlar?*

8. *Sürdürülebilirliğin canlılar ve çevre açısından önemini nasıl açıklarsınız? Bu konudaki duygu ve düşüncelerinizi kendi ifadeleriniz ile aşağıda boş bırakılan alana yazınız.*

9. *Konu hakkında yazdığınız duygu ve düşüncelerinizi grup arkadaşlarınızla paylaşınız. Her birinizin yorumlarında benzerlik ve farklılıklar olabileceğini dikkate alarak bu benzerlik ve farklılıkların nedenlerini açıklayınız.*

10. *Bilgi toplama sürecinde elde ettiğiniz bilgileri kullanarak ekolojik sürdürülebilirliğin önemine ilişkin çıkarım yapıp yargıda bulunacağınız bir araştırma raporu hazırlayınız.*

11. *Hazırladığınız araştırma raporunuzu sınıfta sununuz.*

Değerlendirme

Araştırma Raporu Formu

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Öz Değerlendirme Formu

Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi

Ekolojik Sürdürülebilirlik

Dünya nüfusunun hızla artması ile insanların istek ve ihtiyaçları da artmıştır. Bu durum kaynakların aşırı tüketilmesine, yerel ve küresel düzeyde çevre sorunlarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Oluşan çevre sorunlarına kalıcı çözümler bulmak için ülkeler tarafından çeşitli politikalar geliştirilmiştir. Buna uygun olarak "sürdürülebilirlik" fikri ilk kez Birleşmiş Milletler bünyesindeki Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun 1987 yılında yayımladığı "Ortak Geleceğimiz" raporunda tartışılmıştır.

"Brundtland (Bırandlant) Raporu" olarak da bilinen bu raporda veya "Ortak Geleceğimiz" raporunda **sürdürülebilir kalkınma** "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma." olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma anlayışı, ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişme hedeflerinde ortak paydayı "sürdürülebilirlik" olarak belirlemektedir.

Birleşmiş Milletler Genel Kurulunda 17 amaç ve 169 hedeften oluşan, 2030 yılına kadar yerine getirilmesi gereken Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni (SKH) içeren "Dünyamızı Dönüştürmek; Sürdürülebilir Kalkınma İçin 2030

Gündemi" kararı kabul edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma amaçları genel olarak yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizlik ve adaletsizlikle mücadele, ekonomik büyüme, enerji, sürdürülebilir üretim ve tüketim, sanayileşme ve iklim değişikliği ile ilgili konuları kapsamaktadır *(Görsel 2.37)*.

Görsel 2.37
Sürdürülebilir kalkınma amaçları

Çevre sorunlarının artması ve doğal dengenin bozulması, kalkınma planlarında çevre unsurlarının da yer almasına sebep olmuştur. Sürdürülebilir kalkınma; sosyal, ekonomik ve ekolojik olarak üç boyutta ele alınır. Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutu **ekolojik sürdürülebilirlik** olarak bilinir. Ekolojik sürdürülebilirlik doğal kaynakların, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistemlerin dengede tutulması için büyük bir öneme sahiptir. Ekolojik sürdürülebilirlik ile kaynakların aşırı kullanımının sınırlanması hedeflenmektedir. Toprak, atmosfer, su, sulak alanlar, ormanlar gibi doğal kaynakların korunması ve dengeli bir şekilde kullanılması çok önemlidir. Doğal kaynaklar kendini yenileme hızının üzerinde kullanıldığında ekosistemdeki denge bozulur, kaynaklar tükenir ve gelecek nesillere aktarılamaz. Ekosistemlerin dengede tutulması, canlıların yaşamını sürdürebilmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından önemlidir.

Ekolojik sürdürülebilirlik ile çevre kirliliğinin önlenmesi, yenilenemez ve yenilenebilir kaynak kullanımı ile atıkların oluşturduğu kirliliğin kısıtlanması ve atıkların geri dönüşümünün artırılması sağlanır. Hava, su ve toprak kirliliği insan sağlığı ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yapar. Çevre kirliliğinin önlenmesi, temiz ve sağlıklı bir çevrenin korunması için gereklidir.

Sonuç olarak ekolojik sürdürülebilirlik, ekolojik dengeyi korumayı amaçlayarak ekosistemin bozulmaması için doğanın yenilenmesine fırsat verilmesini ve gelecek kuşakların çevre hakkının da gözetilmesini amaçlamaktadır. Bu kavramın benimsenmesi ve uygulanması, daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir gelecek için gereklidir. Çevreyi korumak ve ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için ekosistemi oluşturan tüm elemanların birbirinden ayrılmaz bir bütün olduğu ve oluşabilecek zararların hepsini etkileyeceği bilinmeli, buna göre gereken önlemler alınmalıdır.

Kontrol Noktası

Aşağıdaki metni okuyarak görselleri inceleyiniz, verilen soruları cevaplayınız.

Meke Maarı, Konya'nın Karapınar ilçesinde sönmüş bir volkan kraterinin suyla dolmasıyla oluşan ve ortasında adacıklar bulunan bir krater gölüdür. Volkanik patlamalar sonucu oluşmuş göllere maar gölleri denmektedir. Meke Gölü, iç içe iki krater gölünü barındırmaktadır. İsmini burada yaşayan "meke" kuşundan alır. Meke Maarı, iki evreli volkanik faaliyetle meydana gelmiştir. Birinci evrede yaklaşık 5 milyon yıl önce volkanik patlama ile oluşan krater, zamanla suyla dolarak göle dönüşmüştür. Günümüzden yaklaşık 8.000 yıl önce ikinci bir volkanik patlama ile gölün ortasındaki ikinci volkan konisi oluşmuştur. Meke Maarı, zamanla onun da suyla dolup ikinci bir göle dönüşmesi ile meydana gelmiştir. Böylece etrafı sularla kaplı koni, nazar boncuğu görünümüne kavuşmuştur. Son yıllarda su seviyesinin düşmesi ve buharlaşma ile birlikte gölün kuruyan bölümlerinde tuz tabakaları oluşmuştur.

Meke Krater Gölü 1989 yılında I. derecede doğal sit alanı, 1998 yılında (260 km^2lik kısmı) tabiat anıtı ilan edilmiştir. 2005 yılında Ramsar Sözleşmesi listesine dâhil edilerek "Ramsar Alanı" olarak ilan edilen bölgenin yüz ölçümü 202 km^2 olup deniz seviyesinden yüksekliği 981 m'dir (Ramsar Sözleşmesi sulak alanların korunması ve sürdürülebilir kullanımını sağlamayı amaçlayan uluslararası bir sözleşmedir.).

1. Meke Gölü'ne ait iki farklı görselde gözlemlediğiniz değişikliklerin sürdürülebilirliğe etkisi nelerdir?
2. Meke Gölü örneğindeki gibi ekosistemlerde ekolojik sürdürülebilirliğin önemi nedir?

2.6 EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ KISITLAYAN DURUMLAR

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Yükselen Denizler Pasifik'te Beş Adayı Yuttu

İklim değişikliği sebebiyle yükselen deniz suları ve erozyon, Solomon Adaları'ndaki beş adanın tamamen yok olmasına neden oldu. Yoğun tropik bitki örtüsüne sahip adaların büyüklükleri 1 ila 5 hektar arasında değişiyordu.

Dünya genelinde denizler her yıl ortalama 3 milimetre yükseliyor. Ancak son 20 yıl içinde Solomon Adaları civarındaki deniz seviyesi her yıl ortalama 7-10 milimetre kadar yükseldi. Kısmen iklim değişikliklerine bağlanan bu yüksek hızların Pasifik Okyanusu'nun büyük bölümünde gelecekte de devam edeceği öngörülüyor.

Adaların yok olmasına neden olan etkenlerden biri de güçlü dalgalar. Araştırmacılar tarafından 1947-2015 yılları arasında takip edilen 33 adadan zayıf dalgalara maruz kalan 12 tanesinin kıyı bölgelerinde çok az tahribat meydana gelmiş. Güçlü dalgalara maruz kalan 21 adanınsa beşi tamamen yok olmuş, altısı büyük oranda aşınmış.

Kıyı bölgelerinde yaşanan değişiklikler adalarda yaşayan insan topluluklarını da etkiliyor. Sahile yakın bölgelerde yaşayan pek çok köy şimdiden adaların daha iç bölgelerine taşınmış durumda.

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Adaların sular altında kalması nelere sebep olabilir?
2. Adaların sular altında kalmasının sürdürülebilirliğe etkileri nelerdir?
3. Erozyon, iklim değişikliği vb. etmenlerle çevre ve sürdürülebilirlik arasında nasıl bir ilişki vardır?
4. Siz de sürdürülebilirliğe engel olan durumları aşağıdaki boş alana yazarak listeleyiniz.

Sürdürülebilirlik ile doğal kaynakların kontrollü kullanılarak gelecek nesillerin de bu kaynaklardan yararlanabilmesi, doğaya verilen zararın en aza indirilebilmesi amaçlanmaktadır. Ancak dünyada ve Türkiye'de nüfus artışı ile beraber tüketimin de artması sebebiyle hemen hemen her gün çevrede aşağıdaki gibi istenmeyen manzaralarla karşılaşılmaktadır *(Görsel 2.38 a, b)*. Çevreye verilen bu zararlar, sürdürülebilirliğe engel olan durumlardan birkaçıdır.

Görsel 2.38 a, b
Çevre kirliliği

Yaşadığınız çevrede sürdürülebilirliği kısıtlayan durumları kendi çevrenizden örnekler vererek açıklayınız.

6. Etkinlik

Adı	***Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan Durumlar***
Amaç	*Sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlarla ilgili gözleme dayalı tahmin yapabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek ekolojik sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlara ilişkin bir araştırma raporu hazırlayınız ve sınıfta sununuz. Araştırma raporunuzu karekod ile verilen **Araştırma Raporu Formu**'na uygun olarak hazırlayınız.*
- *Performans görevi **Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Etkinlik sonunda **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*

1. *Dünyada ve Türkiye'de sürdürülebilirliği kısıtlayan orman yangınları, deniz salyası (müsilaj) gibi olaylarla ilgili gözlem ve deneyimlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız. Bu olayların çevre kirliliğine etkileri neler olabilir?*

2. *Karekod ile verilen, sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlarla ilgili videoyu izleyiniz.*

Müsilaj Temizliği

3. *İzlediğiniz video ile kendi gözlem ve deneyimlerinizi de göz önüne alarak; sahip olduğunuz doğal kaynakları kullanırken israftan kaçınıp özenli davranmanın, çevreyi temiz tutmanın ve bu konuda çevrenize örnek olmanın önemini belirtiniz. Bu konudaki düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.*

4. *Denizlerdeki tanker kazaları sonucu denize karışan petrol ve türevlerinin temizlenmesinde yürütülen biyoremediasyon çalışmaları hakkında araştırma yapınız.*

5. *Araştırmalarınızdan elde ettiğiniz bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

- *Sürdürülebilirliği kısıtlayan diğer olaylar nelerdir?*
- *Bu olaylarda insanın rolü nedir?*
- *İnsanın rolünü çevreye duyarlı olma ve yaşadığınız ülkenin doğal güzelliklerine sahip çıkma açısından değerlendiriniz.*

6. *Çıkarımlarınızı kendi davranışlarınızla ilişkilendirerek çevreye etkinizi kısaca açıklayınız.*

7. *Günlük hayatta sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak gönüllü faaliyetler neler olabilir?*

8. *Toplumsal bir sorumluluk gereği ve vatandaşlık görevi olarak çevre konusunda gönüllü faaliyetlere katılmanın önemi nedir?*

9. *Sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlara ilişkin sürdürülebilirliğin canlı çeşitliliği, madde döngüleri, canlılar arası beslenme ilişkilerine etkisi ve sürdürülebilirliğin sağlanamaması durumunda karşılaşılabilecek olumsuzluklar hakkında çıkarım yapıp yargıda bulunacağınız bir araştırma raporu hazırlayınız.*

10. *Hazırladığınız raporu sınıfta sununuz.*

Değerlendirme

Araştırma Raporu Formu

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Öz Değerlendirme Formu

Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan Durumlar

Ekolojik sürdürülebilirlik; doğal kaynakların, ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin korunarak gelecek nesillere sağlıklı bir çevre bırakılmasını hedefler. Ancak bu amaca ulaşmak, günümüzdeki çevresel tehditler nedeniyle giderek zorlaşmaktadır. Habitat kaybı ve parçalanması, kirlilik ve çevre sorunları ile biyoçeşitlilik kaybı gibi faktörler, ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde işlemesini engeller ve sürdürülebilirliği tehdit eder. Bu sorunlar, doğanın dengesini bozar; ekosistemlerin işlevlerini olumsuz etkiler ve çevreyi, insan sağlığını riske atacak şekilde tehdit eder.

Habitat Kaybı/Parçalanması

Habitat kaybı, bir canlının hayatta kalabilmesi için gerekli olan yaşam alanlarının insan faaliyetleri nedeniyle tamamen yok olmasıdır. **Habitat parçalanması** ise büyük ve sürekli yaşam alanlarının insan etkisiyle küçük parçalara ayrılmasıdır. Her iki durum da doğadaki türler için büyük bir tehdit oluşturur çünkü bir türün yaşamını sürdürebilmesi için bu alanların devamlılığı çok önemlidir. Habitat kaybı genellikle tarım, kentsel gelişim, ormancılık, madencilik, kirlilik gibi insan kaynaklı

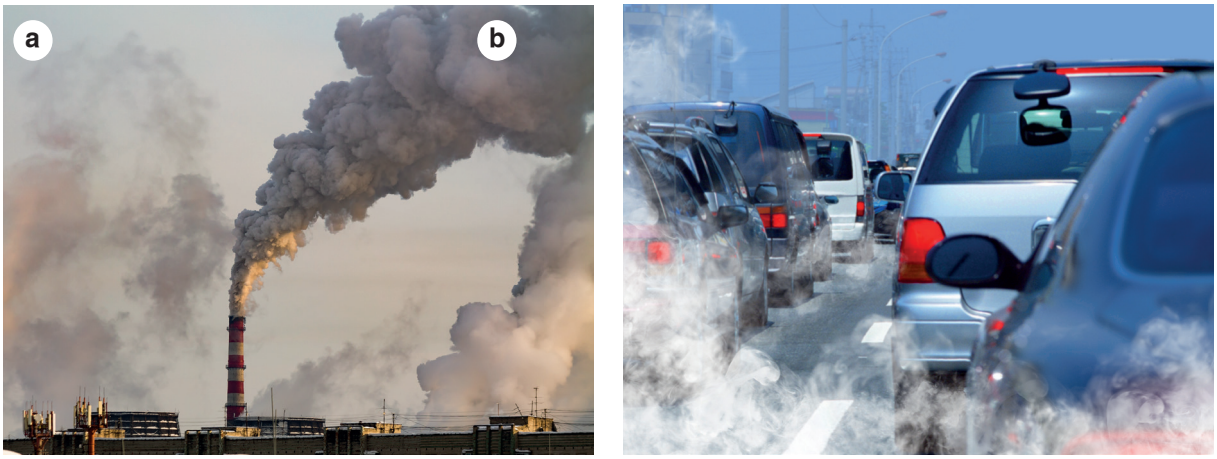
faktörlerin etkisiyle meydana gelir. Bir türün başka bir yaşam alanı olmadığında veya tür yer değiştiremediğinde oluşan habitat kaybı, türün yok olması anlamına gelebilir. Habitat parçalanması ve kaybı, bir bölgedeki türlerin birey sayısını ve çeşitliliğini azaltır. Habitat parçalanması sonucu yaşam alanları arasındaki mesafe arttığından türlerin yayılması zorlaşır. Bitkilerde adaptasyon sağlayamama, çimlenme yeteneğini kaybetme ve rekabet güçlerinde azalma meydana gelir. Hayvanlarda yaşam alanlarının tahribatı; yuva yapma, yavrulama, göç gibi davranışlarda bozukluk meydana getirir. Karasal ve sucul ekosistemlerde tarım ilaçlarının yaygın ve yanlış kullanımı, sulak alanların kurutulması, aşırı avlanma, plansız yapılaşma, nehirlere barajlar kurulması, akarsuların akışının değiştirilmesi gibi insan faktörleri; verimli tarım arazilerinin, ormanlık ve sulak alanların, deniz ve tatlı su habitatlarının bozularak geri dönüşsüz yok olmasına neden olmaktadır.

Kirlilik ve Çevre Sorunları

Kirlilik çeşitli atık maddelerin hava, su ve toprağa karışarak doğal yollarla atılamaması durumudur. Bu atıkların yoğun bir şekilde çevreye yayılması, hem canlıların yaşamını olumsuz etkiler hem de ekosistemlerin dengesini bozar. Hava kirliliği, ozon tabakasının incelmesine veya asit yağmurlarına yol açabilir. Ayrıca su ve toprak kirliliği de çevre için ciddi tehditler oluşturur. Radyoaktif kirlilik, canlıların maruz kalma seviyelerine bağlı olarak büyük zararlara yol açabilir. Küresel iklim değişiklikleri, erozyon ve orman yangınları da çevresel bozulmanın başlıca nedenlerindendir. Kirlilik ve çevre sorunları beraberinde biyoçeşitliliğin kaybına yol açabilir.

Hava Kirliliği

İnsan sağlığını veya çevresel dengeleri bozacak şekilde havanın içeriğinin değişmesine ya da havada bulunmaması gereken maddelerin havaya karışmasına **hava kirliliği** denir. Hava kirliliği kirletici kaynaklarına göre doğal kaynaklar ve yapay kaynaklar olarak ikiye ayrılır. Doğal kaynaklara yanardağ faaliyetleri, orman yangınları, çöl tozları ile açık arazilerdeki hayvan türlerinin ve bitki örtüsünün bozulması örnek verilebilir. Sanayi ve ulaşım alanlarındaki faaliyetler sonucunda ortaya çıkan hava kirliliği, doğanın dengesini olumsuz etkilemektedir. Fosil yakıtların aşırı kullanımı, fabrika bacalarından çıkan gazlar ve motorlu taşıtlardan salınan egzoz gazları yapay kirleticilere örnektir *(Görsel 2.39 a, b)*.



Görsel 2.39
a) Fabrika bacalarından çıkan gazlar, b) Egzoz gazı

Havaya karışan kirleticilerin insanlarca solunması; kronik bronşit, nefes darlığı, üst solunum yolu enfeksiyonları gibi rahatsızlıklara neden olur. Havadan toprak, bitki, hayvan ve diğer çevresel ortamlara geçerek biriken kirleticiler içme suyu ve besin zincirine karışır. Bu sebeple vücuda giren kimyasalların birikimi ve emilimi canlı sağlığını olumsuz etkiler. Özellikle şehirlerde ısınma, trafik ve sanayiden kaynaklanan hava kirliliğinin son yıllarda artmasıyla sağlık problemlerinde de artış görülmektedir.

Ozon Tabakasının İncelmesi

Ozon, atmosferde doğal olarak üç oksijen atomunun bir araya gelmesiyle oluşan bir gazdır. Ozon, kimyasal olarak O_3 şeklinde gösterilir. Atmosferdeki ozonun %90'ı, stratosferin üst kısmında; yer yüzeyinin 15-50 km'leri arasında bulunur. Bu aralıkta bulunan toplam ozonun oluşturduğu gaz tabakasına **ozon tabakası** denir. Ozon tabakasında, Güneş'ten gelen zararlı morötesi ışınlar (UV-B ve UV-C) tutularak bu ışınların Dünya'nın yüzeyine ulaşması önlenir. Bu yönüyle ozon tabakası, Dünya'daki canlılığın devamı ve insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Atmosfere karışan çeşitli maddeler ozon miktarının azalmasına ve ozon tabakasının incelmesine neden olur ve bu durum **ozon tabakası incelmesi** olarak adlandırılır. Ozon tabakasının incelmesiyle yeryüzüne ulaşan morötesi ışık miktarı artar. Bu durum, deri kanseri başta olmak üzere katarakt ve bağışıklık sistemi hastalıklarında artışa neden olabilir. İnsan faaliyetleri sonucunda atmosfere karışan ve ozon moleküllerinin parçalanmasına neden olan maddelerin başında kloroflorokarbonlar (CFC) gelir. Bu moleküller, kolaylıkla atmosferin üst katmalarına ulaştıktan sonra Güneş'ten gelen ışınlarla parçalanır ve ozon moleküllerinin oksijen moleküllerine dönüşmesine neden olan maddeler ortaya çıkar. CFC'lerin ozon tabakasına verdiği zararın fark edilmesinin ardından 1987 yılında Montreal Protokolü ile tüm dünyada CFC kullanımı yasaklanmıştır.

Ek Bilgi

2005 yılında faaliyete geçen "Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı" ülke geneline yayılmış izleme istasyonları ile görev yapmakta ve hava kalitesine ilişkin güncel veriler elde etmektedir. Bu istasyonlarda hava kalitesini iyi, orta, hassas, sağlıksız, kötü ve tehlikeli şeklinde derecelendiren bir sınıflama sistemi kullanılmaktadır.

Asit Yağmurları

Asit yağmurları; fosil yakıt kullanımı, yoğun trafik, volkanik ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2), kükürtdioksit (SO_2) ve azot dioksit (NO_2) gazlarının doğal su döngüsüne karışmasıyla oluşur.

Bu gazların havadaki su buharıyla birleşerek kimyasal tepkime meydana getirmesi sonucunda nitrik asit (HNO_3) ve sülfürik asit (H_2SO_4) damlaları oluşur. Bu asitleri içeren ve normal yağmur suyunun sahip olduğu 5,5-5,6'lık pH düzeyinin altında olan yağmurlara **asit yağmurları** denir. Atmosferdeki asit yalnızca yağmurlarla değil kar, sis, havadaki gazlar ve tanecikler yoluyla da yeryüzüne iner. Asit yağmurları; göllere, nehirlere, okyanuslara, ormanlara, yerleşim ve tarım alanlarına yağar. Bu yağışlar yer üstü ve yer altı sularını kirleterek birçok canlı türünün yok olmasına; tarım alanlarının, yerleşim birimlerinin, tarihî eserlerin ve doğal örtünün tahrip olmasına neden olur *(Görsel 2.40)*. Yağmur sularıyla su kaynaklarına akarken toprakta bulunan ağır metallerin göllere ve akarsulara karışmasına sebep olur. Hem suyun asitliğinin hem de ağır metal yoğunluğunun artması, suda yaşayan canlılarda doğrudan zehir etkisi yapar. Besin zincirine karışarak canlı dokularında biriken ağır metaller sebebiyle insanda çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkar.

Görsel 2.40
Asit yağmurunun ormanlardaki etkisi

Su Kirliliği

Su kirliliği; suyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak kirlenmesiyle doğal dengesinin bozulması anlamına gelmektedir. Endüstri ve ticari faaliyetlerle oluşan sıvı ve katı atıklar, evsel atıklar, kanalizasyon atıkları, tarımsal gübre ve ilaçlar, hayvansal atıklar suyun kirlenmesine sebep olan temel kirleticilerdir.

Tarımda kullanılan kimyasal gübrelerin, evsel ve endüstriyel atıkların kontrolsüz biçimde su kaynaklarına karışması sudaki azot ve fosfor miktarını artırır. Bu besin elementlerinin birikimi, sucul ortamlarda alg ve su bitkilerinin hızlı ve kontrolsüz çoğalmasına yol açar. Bu süreç **ötrofikasyon** olarak adlandırılır.

Ötrofikasyon; özellikle göl, havuz ve yavaş akan nehirlerde daha belirgin görülür. Besin tuzlarının artışıyla birlikte alg sayısı hızla artar, su yüzeyi yoğun alg tabakalarıyla kaplanarak yeşilimsi bir görünüm kazanır *(Görsel 2.41)*. Bu durum, ışığın alt katmanlara ulaşmasını engeller; dipteki bitkiler yeterli ışık alamadığı için fotosentez yapamaz. Zamanla ölen bu bitkilerden dolayı sudaki organik madde miktarı artar. Artan organik madde, ayrıştırıcı bakterilerin faaliyetlerini hızlandırır ve bu süreçte çözünmüş oksijen tüketilir. Oksijenin hızla azalmasıyla sucul canlılar yaşamlarını sürdüremez; balıklar kıyıya yaklaşır ya da sık sık su yüzeyine çıkar. Süreç ilerledikçe zehirli gazlar açığa çıkar, su kokuşur ve yaşam olanaksız hâle gelir.

Bu olumsuz gelişmeler sonucunda birçok su canlısı türü yok olur, besin zincirleri bozulur ve ekosistemin biyolojik çeşitliliği azalır. Aynı zamanda bu durum, su kirliliğine yol açan ciddi bir çevresel sorun hâline gelir.

Görsel 2.41
Ötrofikasyon

Toprak Kirliliği

Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik dengesinin çeşitli kirletici unsurlarla bozulmasına **toprak kirliliği** adı verilir *(Görsel 2.42)*. Yerleşim alanlarından çıkan atıklar, egzoz gazları, endüstri atıkları, tarımsal mücadele ilaçları, kimyasal gübreler, radyoaktif atıklar ve ağır metaller (kurşun, kadmiyum, krom, nikel, cıva ve çinko) toprak kirliliğine sebep olan en önemli etkenlerdir. Toprağa karışan kirleticiler toprağın doğal karakterini değiştirebilir ve mikroorganizmaları etkileyebilir. Birçok canlıya ev sahipliği yapan toprağa bırakılan kirleticiler topraktan bitkilere geçer.

Görsel 2.42
Toprak kirliliği

İnsanların doğrudan bu bitkileri veya bu bitkilerle beslenmiş diğer canlıları tüketmesi sonucunda ise toprağa karışmış olan kirleticiler, insan vücudunda birikir ve çeşitli zararlara neden olabilir. Toprakta bulunan kirleticiler yer altı sularına, akarsu ve göllere karışarak su kirliliğine de sebep olur. Toprakta veya suda bulunan zararlı kirleticilerin etkisini ortadan kaldırmak veya bunları uzaklaştırmak için canlı organizmaların kullanıldığı yönteme **biyoremediasyon** adı verilir. Biyoremediasyonda atıklar başka organizmalar tarafından kullanılabilen biçimlere dönüştürülür. Bu amaçla bakteri, maya, bitki, solucan gibi farklı organizmalar kullanılabilir.

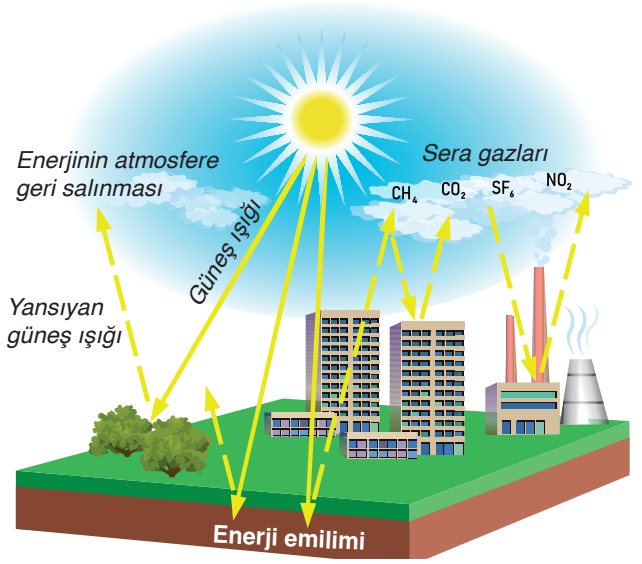
Radyoaktif Kirlilik

Görsel 2.43
Radyoaktif kirlilik

Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı, proton sayısına göre oldukça fazla ise bu tür maddeler kararsız bir yapı göstermekte ve çekirdeğindeki nötronlar alfa, beta, gama gibi çeşitli ışınlar yaymak suretiyle parçalanmaktadır. Çevresine bu şekilde ışın saçarak parçalanan maddelere **radyoaktif madde**; çevreye yayılan alfa, beta, gama gibi ışınlara ise **radyasyon** adı verilmektedir. Çevrede, vücutta ya da herhangi bir maddenin yüzeyinde veya içinde istenmeyen radyoaktif madde birikimine **radyoaktif kirlilik** adı verilir *(Görsel 2.43)*. Radyoaktif kirliliğin çevreye etkisi radyasyonun şiddetine, etki süresine ve ışınların türüne göre değişir. Uzay ve Güneş'ten gelen kozmik ışınlar ile yer kabuğunda bulunan uranyum, toryum gibi radyoizotoplar doğal radyasyon kaynaklarıdır. Tıbbi amaçla kullanılan X ışını cihazları, nükleer santraller, televizyon vb. ürünler yapay radyasyon kaynaklarıdır. Radyoaktif kirleticiler özellikle insan, hayvan, bitki sağlığını olumsuz etkileyerek çevreyi ve ekolojik dengeyi bozmaktadır.

Küresel İklim Değişikliği

Güneş'ten gelen enerji Dünya atmosferine ulaştığında bu enerjinin bir kısmı uzaya geri yansır, bir kısmı da sera gazlarıyla (karbondioksit, su buharı, ozon, azot oksitler, metan) emilir ve yeniden yayılır. Emilen enerji, atmosferi ve Dünya yüzeyini ısıtır. Bu süreç **sera etkisi** adını alır *(Görsel 2.44)*.



Görsel 2.44
Sera etkisi

Sera etkisi dünya sıcaklığını normalde olacağından daha sıcak tutar ve dünyada yaşamın devamlılığı sağlanır. Fosil yakıtların kullanımı, sanayileşme, hızlı nüfus artışı, tarım alanı açmak için ormanların yok edilmesi, yanlış arazi kullanımı, şehirleşmenin artması gibi insan kökenli faaliyetler sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının miktarı artar. Bunların atmosferde yoğun bir şekilde artması sonucunda yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ile yeryüzü sıcaklığının yapay olarak artmasına **küresel ısınma** adı verilir. Küresel ısınma, küresel iklim değişikliklerine neden olur.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne göre **küresel iklim değişikliği** karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlemlenen doğal iklim değişiklikleri ile doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan ve insan faaliyetleri sonucu meydana gelen iklim değişikliklerini ifade eder. İklim değişiklikleri nedeniyle dünya üzerinde ortalama sıcaklıklar ve denizlerde su seviyesi artar. İklim değişiklikleri; buzulların erimesine, kıyı ekosistemlerinin bozulmasına, bitki örtüsünün bozularak bazı canlı türlerinin yaşam alanlarının yok olmasına neden olabilir. Orman yangınları, kuraklık, çölleşme ve bunlara bağlı olarak ekosistemlerde bozulmalar meydana gelebilir. Göller ve akarsularda su miktarının azalması; bazı bölgelerde şiddetli kuraklık, aşırı yağış, sel ve toprak kaymasına yol açabilir *(Görsel 2.45 a, b, c).*

Görsel 2.45
a) Küresel iklim değişikliğine bağlı seller, b) Kuraklık, c) Kurumuş nehir yatağı

Erozyon

Erozyon koruyucu bitki örtüsünden yoksun kalan toprak kütlesinin su, rüzgâr vb. etkenlerle aşınması ve taşınması olayıdır *(Görsel 2.46)*. Eğimli arazilerde, bitki örtüsünün zayıfladığı veya tamamen yok olduğu bölgelerde su erozyonu daha etkindir.

Görsel 2.46
Erozyon

Yağışlarla gelen su yüzey sularıyla birleşerek, toprağı sürükleyip aşağılara taşır. Yeterli bitki örtüsü bulunmayan düz ve geniş arazilerde ise gevşek, kuru ve ince yapılı toprağın sert ve kuvvetli rüzgârla taşınması rüzgâr erozyonudur. İklim, arazinin eğimli olması, toprağın yapısı ve bitki örtüsü erozyonu etkileyen doğal etmenlerdir. Ormanların kaçak kesimlerle veya yangınlarla tahrip edilmesi, meralarda düzensiz ve aşırı otlatma yapılması, arazilerin yanlış kullanılması, çok dik arazilerde bilinçsiz tarımsal faaliyet yapılması gibi uygulamalar ise erozyon riskini artıran insan kaynaklı sebeplerdir. Erozyon sebebiyle toprak ve verimli arazi kaybı yaşanır. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini kaybetmesi ile ürün verimi de düşer. Bu durum toprağı işleyerek geçinen insanların kırsal kesimden kente göçlerini artırır. Su, rüzgâr vb. etkenlerle taşınan toprak; baraj ve gölleri doldurarak enerji üretiminin azalmasına, içme ve kullanma suyu miktarının düşmesine ve sudaki biyoçeşitliliğin azalmasına neden olur. Toprak kaybı ile beraber kuraklık ve çölleşme meydana gelir. Erozyona uğrayan arazilerde sağanak yağışlarda sel ve taşkınlar meydana gelebilir.

Orman Yangınları

Görsel 2.47
Orman yangını

Ormanlar bulunduğu ekosistemin en önemli ögelerindendir. Biyoçeşitliliğin sürdürülmesini sağlar, havayı ve suyu temizler, su döngüsüne katkıda bulunur, toprağın tutunmasını sağlayarak erozyonu önler ve diğer canlılar için yaşama alanı sağlar. Ormanda ağaçlar, otlar, çam vb. ağaçların iğne yaprakları (ibre), kuru yapraklar, kuru ağaçlar/dallar vb. yanıcı maddeler bulunur. Bunları kısmen veya tamamen yakan ve etrafının açık olması nedeniyle serbest yayılma eğilimi gösteren yangınlara **orman yangınları** denir *(Görsel 2.47)*. Orman yangınları, yanıcı maddenin ve ısı kaynağının varlığı ile hava şartlarının müsait olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Orman yangınlarının çoğunun çıkış sebebi bilinmemektedir. Yıldırım düşmesi, volkanik patlamalar ve çöplüklerde metan gazı sıkışmasına bağlı patlamalar orman yangınlarının doğal sebepleridir.

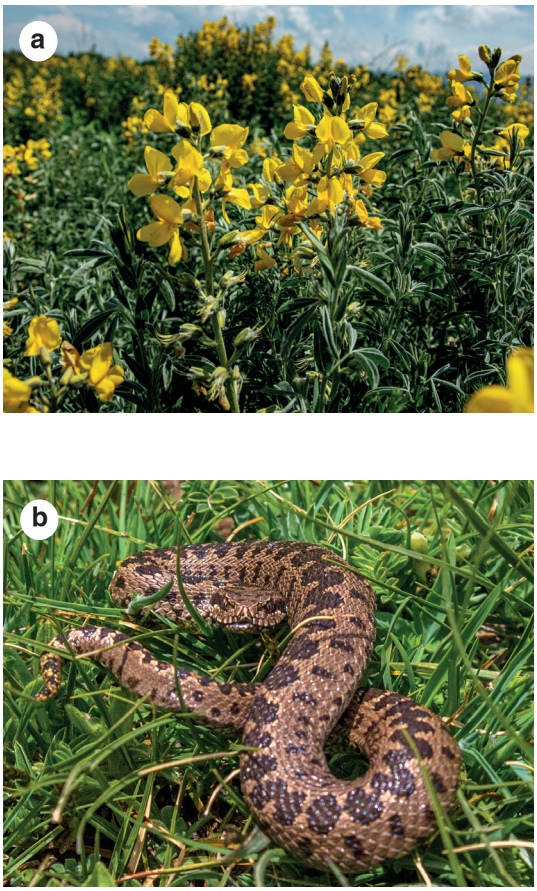
Elektrik nakil hatlarındaki kazalar, makine ve araçların çıkardığı kıvılcımlar, tarla veya otlakların genişletilmesi, orman içinde veya etrafındaki istenmeyen otların yakılması, yakılan ateşin söndürülmeden bırakılması, cam ve cam kırıkları ile sönmemiş sigara izmaritleri ve kibritlerin ormana atılması gibi kaza, ihmal, dikkatsizlik veya kasıt içeren insan faaliyetleri orman yangınlarının en önemli sebepleridir.

Orman yangınları sebebiyle ormanlarda yaşayan canlıların habitatı zarar görür. Bu durum biyoçeşitliliğin de zarar görmesine, bazı türlerin yok olmasına neden olabilir. Yangınlar; iklimi oluşturan sıcaklık, rüzgâr, nem, yağış gibi faktörlere doğrudan etki ederek iklim sistemlerinde bozulmalara neden olur. Ormanların zeminini oluşturan toprak yapısı bozulur; canlı ve cansız örtünün yok olmasıyla erozyon, sel-taşkın, hava kirliliği gibi doğal afetlerin sayısında ve hızında artma görülür. Ülkemizde orman yangınlarının yaklaşık %97'si yaz aylarında görülmektedir.

Biyoçeşitlilik Kaybı

Uluslararası Doğayı Koruma Birliğine (IUCN) göre biyoçeşitlilik kaybına neden olan faktörlerden biri habitat kaybı ve parçalanmadır. Kentleşme, tarım, sanayileşme için verimli arazilerin ve ormanların tahribatı; su kaynağı oluşturmak için sulak alanların ve derelerin ıslah edilmesi bu habitatların ve burada yaşayan tüm organizmaların zarar görmesine neden olur. Bu tahribatlar geriye kalan habitatların küçülmesine, parçalanmasına ve organizmalar için yetersiz kalmasına sebep olur. Türkiye'nin sahip olduğu farklı karasal ve sucul alanlarda birçok endemik bitki ve hayvan türü bulunmaktadır *(Görsel 2.48 a, b)*. Bu alanlarda meydana gelecek herhangi bir değişiklik, bu canlıların yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmasına neden olacaktır.

Görsel 2.48
a) Türkiye'nin endemik bitkilerinden piyan, b) Endemik hayvanlardan Anadolu engereği



İstilacı türlerin ekosistemlere kazara ya da bilerek getirilmesi, ekosistem dengelerinin değişmesine ve biyoçeşitlilik kaybına neden olur.

Fosil yakıtların kullanılması, artan enerji ihtiyacı, sanayileşme, orman yangınları, tarım arazilerinin yanlış kullanımı vb. insan faaliyetleri; hava, su ve toprakta kirliliğe sebep olur. Çevre kirliliği doğrudan biyoçeşitliliği etkileyebileceği gibi doğadaki dengeyi bozarak bireylerin, türlerin ve habitatların yok olmasına neden olabilir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sebebiyle deniz seviyesinde yükselmeler meydana gelir ve birçok kıyısal ekosistem bu durumdan olumsuz etkilenir. Bu durum dünya üzerinde türlerin dağılımlarını etkiler ve biyoçeşitlilik kaybını hızlandırabilir.

Biyoçeşitlilik kaybına neden olan faktörlerden biri de kaynakların aşırı kullanımıdır. Nüfus artışına bağlı olarak doğal kaynakların aşırı kullanımı sebebiyle ekosistem dengeleri bozulur; bir türün ortadan kalkması, başka türlerin de bundan zarar görmesi ile sonuçlanır.

Ekolojik Sürdürülebilirliğin Sağlanması

Bireylerin temiz ve sağlıklı bir çevrede yaşama hakkı olduğu gibi çevreyi koruma görevi de vardır. Bu durum Anayasa'nın 56. maddesinde "Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir." şeklinde ifade edilmiştir.

Ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması için çevreye ve insan sağlığına zarar verebilecek kimyasal maddelerin, plastik atıkların ve zararlı endüstriyel atıkların üretilmesi ve doğaya salınımı önlenmelidir. Bunun yanı sıra yerel istihdamı desteklemek, biyoçeşitliliği koruyan ham madde ve doğal kaynakları tüketmek, çevreye duyarlı ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, enerji verimliliğini geliştirmeye yatırım yapmak, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişim hızının altında tutmak ve geri dönüşüm faaliyetlerini geliştirmek gerekmektedir.

Türkiye'de 2030 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda yeni bir küresel kalkınma çerçevesi çizilmiş; sürdürülebilir şehirler, iklim değişikliği, kuraklıkla mücadele, biyolojik çeşitliliğin korunması gibi çevre konuları kalkınma gündemine alınmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma kapsamında herkes için güvenilir ve erişilebilir içme suyu ile yeterli kanalizasyon hizmetlerinin sağlanması, su kullanım verimliliğinin artırılması ve su kirliliğini azaltacak önlemlerle su ekosistemlerinin korunması hedeflenmiştir.

Sürdürülebilir kentleşme ve yapılaşma, çevreye duyarlı şehirleşme, doğal ve kültürel mirasın korunması ile sürdürülebilir kentleşmenin sağlanması amaçlanmıştır.

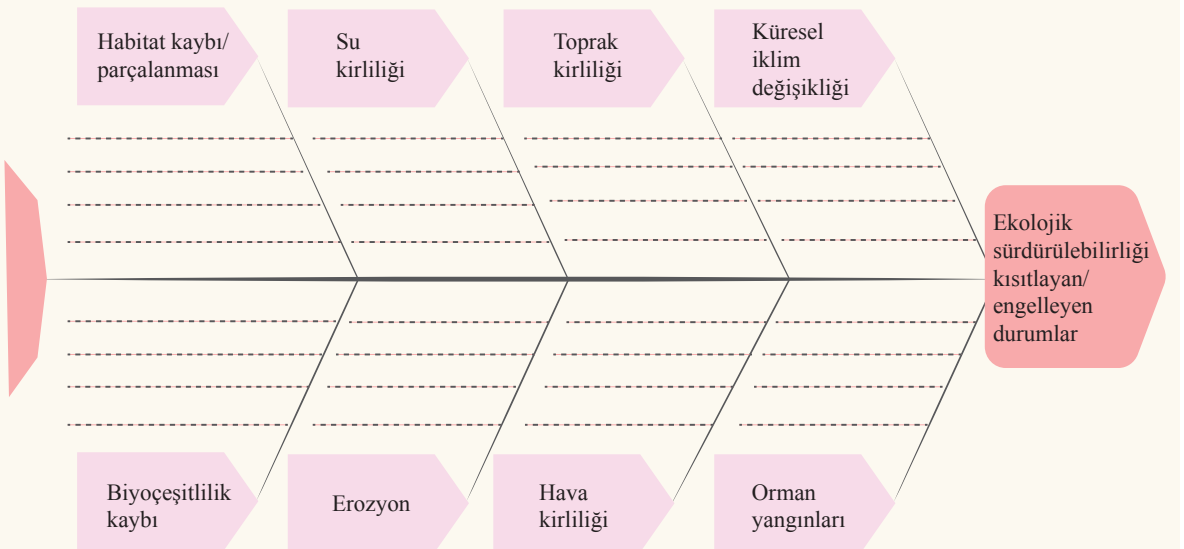
İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçilerek iklim bağlantılı afetler başta olmak üzere iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı her kesimin ve kurumun uyum kapasitesinin güçlendirilmesi amaçlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda deniz ve kıyı ekosistemlerinin korunması, deniz kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, okyanusların kirlenmesinin ve asitleşmesinin engellenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca deniz teknolojisinin transferi ve balıkçılık teşvikleri ele alınmıştır.

Ormanlar, sulak ve kurak alanlar, dağlar gibi karasal ekosistemlerin korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının desteklenmesi amaçlanmıştır. Sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması, çölleşme ile mücadele edilmesi, arazi bozunumunun durdurulması ve tersine çevrilmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyoçeşitlilik kaybının engellenmesi amaçlanmıştır.

Kontrol Noktası

Aşağıda verilen balık kılçığı tekniğinde ekolojik sürdürülebilirliği kısıtlayan/engelleyen durumlar verilmiştir. Boş bırakılan alanlara bu olaylara yol açan alt sebepleri yazınız.



2.7 EKOLOJİK AYAK İZİNİN KÜÇÜLTÜLMESİ

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

(...) Artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte doğal kaynaklara olan talep de her geçen gün artıyor. Üretim ve tüketim ihtiyaçlarını karşılamak için kullandığımız doğal kaynaklar ise elbette sınırlı. Genel olarak bugün ihtiyacımız olan kaynakları elde etmek ve meydana gelen atıkları yok etmek için ihtiyaç duyduğumuz alan Dünya'nın yaklaşık %160'ı kadar. Diğer bir deyişle, doğanın bize sunduğundan çok daha fazlasını tüketiyoruz. Karbon (fosil yakıtlar), su ve gıda tüketimi alışkanlıklarımızı değiştirmediğimiz sürece doğal kaynaklar giderek daha da hızlı tükenecek ve biyoçeşitlilik azalacak. Doğal kaynakları korumak ve Dünya'nın gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmaktan kaçınmak için gezegenimizle sorumlu bir şekilde etkileşimde bulunmamız, yani çevresel sürdürülebilirlik konusunda çok dikkatli olmamız gerekiyor.

(...) Beslenme alışkanlıklarımızdan ulaşım şeklimize ve enerji tüketimimize göre hepimizin karbon ayak izi farklılık gösterir. Karbon ayak izinde en büyük payı olan etmenler fosil yakıtların kullanılması, enerji tüketimi, sanayileşme, hayvancılık, atık maddeler ve insanların günlük hayatlarında edindikleri bazı alışkanlıklar ve davranışlardır. (...)

(...) Bir bireyin, topluluğun veya işletmenin tarımsal, endüstriyel veya evsel su ayak izi, tüketim veya üretim aşamasında kullandığı toplam tatlı su hacmi olarak tanımlanır. Su kullanımı, birim zamanda tüketilen (buharlaştırılan) ve/veya kirlenen su hacmi olarak ölçülür. (...) Dünyada kişi başı yıllık su tüketimi ortalama 800 m^3 civarındadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %20'sine karşılık gelen 1,4 milyar insan yeterli içme suyundan yoksun iken 2,3 milyar kişi de temiz içilebilir suya ihtiyaç duymaktadır. Dünya'yı tehdit eden en büyük sorunlardan biri olarak görülen su kıtlığının en önemli nedeni gezegenimizdeki su kaynaklarının sorumsuzca tüketilmesidir.

Genel ağdan alınmıştır.*

1. Su ve karbon ayak izi nedir?
2. Su ve karbon ayak izini azaltmanın yolları nelerdir?
3. Su ve karbon ayak izini azaltmak neden önemlidir?

Ekolojik ayak izi; bir kişinin, topluluğun veya ülkenin doğrudan ve dolaylı yollarla doğal kaynakları ne kadar tükettiğini, çevreye olan etkilerini ölçen bir kavramdır. Ekolojik ayak izi; kullanılan kaynakların miktarını, atıkların üretimini ve çevresel bozulma üzerindeki etkileri değerlendirir. Değerli doğal kaynakların korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması ve bir anlamda da ekolojik ayak izinin küçültülmesi için gıdanın üretiminden tüketimine kadar işleme, depolama, taşıma, tüketiciye ulaşma gibi tüm aşamalarda gıda atıklarının önlenmesi gerekmektedir. Bunu sağlamanın yollarından biri de gıda üretimi ve işlenmesi sırasında açığa çıkan atıkların zararsız hâle getirilerek yeniden kazandırılması veya daha çevreci yöntemlerin kullanılmasıdır. Gıda atıklarının zararsız hâle getirilerek geri dönüştürülmesi, bir yandan bu atıkların çevre üzerindeki olumsuz etkisini azaltırken diğer yandan da değerli ham maddelerin geri kazandırılmasını sağlar.

Gıda ürünlerinin üretilmesi, işlenmesi, taşınması ve bu esnada oluşan atıkların zararsız hâle getirilmesi için yapılması gerekenler ile ilgili aşağıda verilen görselleri ve açıklamaları inceleyiniz.

Gıda taşınması sırasında fosil yakıt yerine güneş panellerinden sağlanan, elektrik enerjisiyle çalışan araçlar kullanılabilir.

Gıda ürünlerinin üretiminin hemen her aşamasında oluşabilen atık gazlar, hava kirliliğine yol açtığı için kirli hava filtre edilerek doğa için zararsız hâle getirilebilir.

Gıda ürünlerinin üretiminin hemen her aşamasında oluşabilen atık su, çeşitli yöntemlerle arıtıldıktan sonra temizlenerek tekrar kullanılabilir hâle getirilebilir.

Gıda ürünlerinin paketlenmesi sırasında kullanılan ambalaj atıkları ayrıştırılarak geri dönüştürülebilir.

Gıda üretiminin her aşamasında oluşabilen gıda atıkları biyoetanol veya biyogaz üretiminde kullanılabilir.

Hayvansal üretim sonucu oluşan atıklar doğrudan, tarımsal üretim sonucu oluşan atıklar ise kompostlandıktan sonra gübre olarak kullanılabilir.

7. Etkinlik

Adı	***Ekolojik Ayak İzi Performans Görevi***
Amaç	*Ekolojik ayak izini küçültebilme yollarını bilimsel olarak sorgulayabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Bu performans görevinde, ekolojik ayak izini küçültme konulu broşür hazırlamanız beklenmektedir.*
- *Performans görevi **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek performans görevini gerçekleştiriniz.*

1. *Güvenilir genel ağ kaynaklarını kullanarak bireysel ekolojik ayak izinizi hesaplayınız.*
2. *Ekolojik ayak izinizi hesaplarken nelerin değerlendirildiğini aşağıya listeleyiniz.*

3. *Kendi ekolojik ayak izinizi küçültmek için neler yapabileceğiniz konusunda araştırma soruları belirleyerek bu soruları aşağıda boş bırakılan alana yazınız.*

4. *Oluşturduğunuz araştırma sorularından hareketle ekolojik ayak izini oluşturan faktörlerin etki büyüklüğüne göre sıralandığı tablo hazırlayınız.*

5. *Oluşturduğunuz tablodan merak ettiğiniz bir faktörü seçiniz ve bu faktörün ekolojik ayak izine etkisini azaltmak için araştırma planlayınız. Örneğin "Türkiye, iklim değişikliğine bağlı riskler açısından yüksek riskli bir bölgede yer almaktadır. Artan sıcaklıklar ve değişen yağış örüntüsü neticesinde Türkiye'de su potansiyelinin referans döneme göre azalacağı öngörülmektedir." bilgisinden hareketle suyun başta kentlerde, tarımda ve endüstride olmak üzere akılcı, paylaşımcı, etkin, verimli şekilde ve hakkaniyetle kullanılması ile ilgili bir araştırma yapınız.*

6. *Araştırma planına uygun olarak araştırma sürecinde bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan bilgi toplayınız. Söz konusu kaynaklara ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ders kitabından yararlanınız.*

7. *Karekod ile verilen videoyu izleyiniz.*

Ekolojik Ayak İzini Küçültebilme Yolları

8. *Topladığınız bilgileri düzenleyerek rapor hâline getiriniz ve raporunuzu arkadaşlarınıza sununuz. Araştırma raporunuzu, karekod ile verilen **Araştırma Raporu Formu**'na uygun olarak hazırlayınız.*

9. *Sizin önerinizin ve arkadaşlarınızın raporlarındaki önerilerin ekolojik ayak izinin küçültülmesinde etkili birer yöntem olup olmadığı hakkında görüşlerinizi belirtiniz. Görüşlerinizi, araştırma sürecinde elde ettiğiniz doğru ve güvenilir kaynaklara dayanarak açıklayınız.*

10. *Yapılan yorumların doğruluğunu değerlendirerek yeni ve özgün çözüm yolları üretiniz.*

11. *Bilinçli tüketim alışkanlıklarının benimsenmesinin tasarruf açısından önemini vurgulayarak ürettiğiniz yeni ve özgün çözüm yollarını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.*

12. *Hazırlanan raporlardan yararlanarak ekolojik ayak izinin küçültülmesi ile ilgili bir broşür hazırlayınız.*

Değerlendirme

Araştırma Raporu Formu

Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi

İnsanların günlük yaşantıları sırasında tükettiği doğal kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların geri dönüştürülmesi için belli bir miktar verimli toprak ve suya ihtiyaç vardır. İnsanların üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu kullandığı enerjinin, kaynakların ve ham maddenin yeniden üretilmesi ve oluşturulan atıkların etkisiz hâle getirilmesi için gerekli olan toprak ve su alanı miktarının ölçülmesine **ekolojik ayak izi** denir.

Ekolojik ayak izi ifadesi, doğal kaynak kullanımının sürdürülebilir bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için kullanılan matematiksel bir hesaplama yönteminin adıdır. Bu yöntem sayesinde harcanan verimli ekolojik kaynak miktarı sayısal olarak ifade edilebilmekte, harcanan kaynakların yeniden üretilmesi için gereken verimli toprak ve su miktarı da belirlenebilmektedir.

Dünyanın tüketilen doğal kaynakları tolere edebilmek ve yeniden üretebilmek için sahip olduğu verimli kaynaklar **biyokapasite** olarak ifade edilmektedir. Ekolojik ayak izi ile biyokapasite arasındaki fark **ekolojik açıklık** olarak tanımlanır. Bu açığın fazla olması diğer bir ifade ile sınırlı kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, sürdürülebilir olmayan çevre politikalarının bir ürünüdür. Tüm bunların sonucunda ekolojik dengenin bozulması kaçınılmaz olmaktadır.

Ülkemizdeki ekolojik ayak izi etkenlerinin en büyüğü %82'lik bir oranla kişisel tüketimdir. Kişisel tüketimin neden olduğu ekolojik ayak izinin temel kaynağı ise ağırlıklı olarak gıdadır. Ekolojik ayak izinin geri kalan etmenleri; kişisel ürünler, kişisel ulaşım ile hizmet ve konut harcamalarından kaynaklanmaktadır.

Ekolojik ayak izini azaltma yolları konusunda karbon salınımı yüksek olan kurumlara ve bireylere birtakım sorumluluklar düşmektedir. Bu sorumluluklar doğrultusunda kurumların karbon salınımlarını azaltma yönünde önlemler alması gerekmektedir. Hatta bu önlemler bireysel çabalardan daha fazla olumlu sonuç oluşturur. Ekolojik ayak izi konusunda toplumun bilinçlenmesini sağlamak da gerekir. Böylece bireylerin yaşam tarzlarında değişikliğe gitmeleri ve tüketim tercihlerini tekrar gözden geçirmeleri mümkün olabilir.

Ekolojik ayak izinin küçültülmesi, insan faaliyetlerinin çevresel etkilerini azaltmak için atılacak adımların bütünüdür. Doğal kaynakların daha verimli kullanılması, atıkların azaltılması, enerji tasarrufunun sağlanması ve sürdürülebilir yaşam biçimlerinin benimsenmesi ekolojik ayak izinin küçültülmesinde önemli adımlardır.

Ekolojik ayak izini küçültmek için şu adımlar atılabilir:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarına (güneş, rüzgâr, dalga) yönelerek, enerji tasarrufu sağlayan cihazların kullanımını artırarak, fosil yakıtların tüketimini azaltarak enerji verimliliği sağlanabilir.
- Atıkları azaltmak, geri dönüştürmek ve yeniden kullanmak (ikinci el eşya kullanımı ya da takas yapmak gibi) doğal kaynakların tüketimini azaltır. Aynı zamanda atıkların çevreye verdiği zararları da en aza indirir. Gereksiz tüketime son vererek üretim süreçlerinin çevreye olan yükü azaltılabilir. Ayrıca organik atıkların (yiyecek atıkları; ağaç,

dal ve yapraklar; sebze-meyve kabukları gibi) kompost yapılarak geri dönüştürülmesi madde döngüsüne ve ekolojik ayak izinin küçültülmesine katkı sağlayabilir.

- Gıda konusunda organik, doğal ve yerel olarak üretilen ürünler tercih edilerek gıda israfının azaltılması sağlanır ve gıda üretim sürecinin çevresel etkileri büyük ölçüde azaltılabilir.
- Ulaşımda bireysel taşıma araçlarının kullanımı yerine toplu taşıma araçları kullanılarak, bisiklete binilerek veya yürüyüş tercih edilerek ekolojik ayak izinin küçültülmesine katkıda bulunulabilir.
- Su kaynaklarının verimli kullanılması, su tasarrufu yapılması, kullanılan suyun arıtılması ve yeniden kullanılması suyun korunmasına katkı sağlayabilir.

Kontrol Noktası

Aşağıda günlük yaşam alışkanlıkları ve özellikleri birbirinden farklı iki aile örneği verilmiştir. Bu ailelerin günlük yaşam alışkanlıklarını ve özelliklerini inceleyiniz. Hangi ailenin ekolojik ayak izinin daha yüksek olabileceğine dair kanıt sunarak yorumlarınızı yazınız.

1. Aile

Dört kişilik bir ailedir ve iki katlı, müstakil, havuzlu bir evde yaşamaktadır. Evin ısınması fosil yakıtın kullanıldığı kalorifer sistemiyle sağlanmaktadır. Ayrıca çok sıcak yaz aylarında evin soğutulması için klima kullanılmaktadır. Aileye ait benzin veya dizel yakıtla çalışan dört adet otomobil vardır ve aile bireyleri okula veya işe gitmek için her gün bu otomobilleri kullanmaktadır. Aile bireyleri yılda ortalama 15 saatlik uçuşla farklı ülkelere tatile gitmektedir. Aile çöplerini ayırmadan atmakta ve paketli, işlenmiş çok fazla ürün tüketmektedir.

2. Aile

Dört kişilik bir ailedir ve iki katlı, müstakil bir evde yaşamaktadır. Evin elektriği çatıya konumlandırılmış güneş panellerinden sağlanmaktadır. Bu sayede evin ısıtılması ve soğutulmasında (kalorifer sistemi, klima vs.) güneş enerjisinden faydalanılmaktadır. Aile bireylerine ait bir adet elektrikli otomobil bulunmaktadır. Ancak aile bireyleri sıklıkla toplu taşıma kullanmaktadır. Aile bireyleri yıllık ortalama bir saatlik uçuşla yakın yerlere tatile gitmektedir. Aile bireyleri çöplerini metal, plastik, cam ve organik atık şeklinde ayırarak atmakta ve genellikle yerel tarım ürünlerini kullanarak hazırladıkları ev yemeklerini tüketmektedir.

2.8 DOĞAL KAYNAKLARIN VE BİYOÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

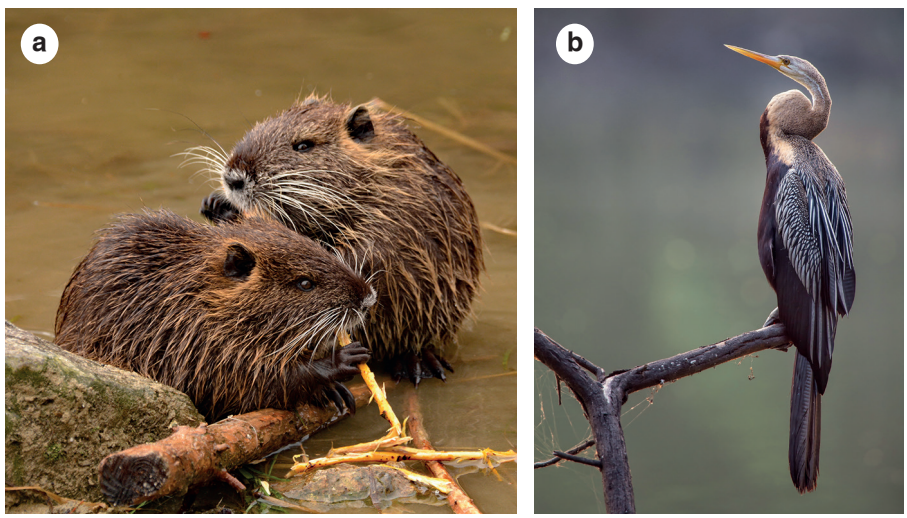
Hızla artan dünya nüfusuna bağlı olarak tüketimin de artması günümüzde biyoçeşitliliği daha fazla tehdit eder hâle geldi. Doğal alanlar üzerindeki madencilik faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, şehirleşme ve buna paralel olarak artan enerji ihtiyacı çok kısa süreler içerisinde hızlı yıkımlara ve yok oluşlara neden oluyor. İnsan kaynaklı bu süreç tersine çevrilmedikçe birçok mikroorganizma, mantar, bitki ve hayvan türü yok olacak. Türlerin yok olması ve bozulan ekosistemler insanın temiz suya, havaya ve sağlıklı gıdaya erişimini de olumsuz yönde etkileyecek.

Biyoçeşitlilik, tek hücreli canlılardan büyük organizmalara kadar yeryüzündeki bütün canlıların hem genetik çeşitliliklerini hem de yaşadıkları ortamları (yaşam birliği-ekosistem çeşitliliği) ele alarak tanımlar ve değerlendirir. Tür çeşitliliğindeki zenginliğin kaynağı ise dünya üzerinde var olan, birbirinden farklı ve benzersiz ekosistemlerdir. Diğer yandan bu ekosistemlerin sürdürülebilirliği, içinde barındırdıkları türlerin çeşitliliğine ve sağlığına bağlı. (...)

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Biyoçeşitlilik nedir?
2. Biyoçeşitlilik neden korunmalıdır?
3. Biyoçeşitliliğin azalması, ekosistem üzerinde ne gibi sonuçlara yol açabilir?

Günümüzde dünyanın bazı bölgelerinde yaşayan fakat Anadolu'da nesli tükenmiş Asya fili, Asya aslanı, kunduz, yılanboyun kuşu gibi birçok canlı türü bulunmaktadır *(Görsel 2.49 a, b)*. Örneğin yılanboyun kuşu Amik Gölü'nün tarım amacıyla kurutulması sonucunda Türkiye'de nesli tükenen canlılardandır.



Görsel 2.49
a) Kunduz, b) Yılanboyun kuşu

Asya filleri günümüzde Hindistan Yarımadası ve çevresindeki dar alanda yaşamaktadır *(Görsel 2.50 a)*. Ancak Asya fillerinin yaklaşık 6.000 yıl kadar önce Anadolu'da Fırat-Dicle Havzası'na kadar yayılım gösterdikleri ve yıllar içerisinde bu bölgedeki türlerin yok olduğu bilinmektedir.

Kahramanmaraş sınırları içerisinde yapılan kazı çalışmalarında Asya fillerine ait fosiller bulunmuştur. Bilimsel kaynaklarda Asya aslanının geçmişte Anadolu'da yaşadığı ancak günümüzde bu türe rastlanmadığı ifade edilmektedir *(Görsel 2.50 b)*.

Görsel 2.50
a) Asya fili, b) Asya aslanı

Bilim insanlarının Çankırı iline bağlı Çorakyerler Omurgalı Fosil Lokalitesi'nde yaptığı kazı çalışmaları sonucunda *Felidae* [Felidae (Kedigiller)] ailesinden kılıç dişli kaplana ait fosiller bulunmuştur *(Görsel 2.51)*. Ancak günümüzde kılıç dişli kaplanların nesli tükenmiştir.

Eldeki bulgular, geçmişte Anadolu coğrafyasının ne kadar zengin bir faunaya sahip olduğuna dair bilgiler vermektedir. Nesli tükenmiş bu ve başka canlılara ait pek çok fosil örneği Ankara'da bulunan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne bağlı Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesinde sergilenmektedir.

Görsel 2.51
Kılıç dişli kaplana ait kafatası fosili

8. Etkinlik

Adı	***Biyoçeşitliliğin Korunması***
Amaç	*Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemleri sorgulayabilme*
Süre	*40 +40 dk.*

Yönerge

- *Aşağıdaki uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*
- *Etkinlik sonunda sizden bir rapor hazırlamanız beklenmektedir. Araştırma raporunuzu, karekod ile verilen **Araştırma Raporu Formu**'na uygun olarak hazırlayınız.*
- *Hazırlayacağınız rapor **Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Etkinlik sonunda karekod ile verilen **Öz Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*

1. *Ülkemizde Türkiye Yüzyılı vizyonunun gerçekleşmesine katkı sağlayacak referans projeler arasında yer alan "Özel Çevre Koruma Bölgesi İlanı ile Ekosistem Koruma Projeleri" kapsamında "Özel Çevre Koruma Bölgesi" ilan edilen bölgeler bulunmaktadır. Bu bölgeler*

- *Belek Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Fethiye-Göcek Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Ihlara Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Pamukkale Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Karaburun-Ildır Körfezi Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Uzungöl Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Saros Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Finike Denizaltı Dağları Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Salda Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Gökova Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Marmara Denizi ve Adalar Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi,*
- *Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi*

olarak sıralanmıştır.

Aşağıda verilen karekodu okutarak "Özel Çevre Koruma Bölgesi" ilan edilen bölgelerin tanıtımı; doğal değerleri; ekolojik, sosyokültürel ve ekonomik süreçleri; biyolojik çeşitliliklerinin tespitine yönelik çalışmalar ile doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemleri içeren sunuyu izleyiniz.

Özel Çevre Koruma Bölgeleri

2. *Sunuyu izledikten sonra aşağıdaki soruların cevabını arkadaşlarınızla paylaşınız.*

a) *Doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunmasıyla ilgili uygulamalar hakkında neleri merak ediyorsunuz?*

b) *Doğadaki tüm canlıların yaşam haklarını savunarak canlılara merhametli davranmanın ve doğayı korumanın sorumluluğunu bilerek hareket etmenin önemi nedir?*

3. *Türkiye, KKTC ve dünyada doğal kaynaklar ile biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemlerle ilgili merak ettiğiniz uygulamalardan birine 5N1K tekniğini uygulamak üzere aşağıdaki soruları sorunuz.*

- *Ne?-Neden?-Nasıl?-Nerede?-Ne zaman?-Kim?*

4. *Sorduğunuz soruları cevaplamak üzere bilim dergileri, bilimsel makaleler gibi güvenilir kaynaklardan araştırma yaparak bilgi toplayınız. Araştırmanız sırasında kişisel bilgilerinizi koruyunuz.*

5. *Araştırmanız sonunda yararlandığınız kaynaklarınızın güvenilirliğini kontrol ediniz.*
6. *Sorduğunuz soruların cevaplarını içeren bir rapor hazırlayınız. Raporunuzda Türkiye'de ve KKTC'de doğal kaynakların, biyoçeşitliliğin ve nesli tehlikede olan canlıların korunması için alınan önlemler hakkındaki çıkarımlarınıza yer veriniz. Ayrıca araştırmanız sırasında kullandığınız kaynakları raporun kaynakça bölümünde belirtiniz.*
7. *Doğal kaynaklar ve biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik alınan önlemlerin gelecekte topluma ve bilime katkılarını kendi bakış açınızla yorumlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.*
8. *Raporunuzda ele aldığınız önlemlerin yeterli olup olmadığını, ülke varlıklarına sahip çıkmanın gerekliliği bağlamında sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.*

Değerlendirme

Araştırma Raporu Formu

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Öz Değerlendirme Formu

Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması

Biyoçeşitlilik yaşamla ilgili bütün çeşitlilikleri kapsamaktadır. Biyolojik çeşitlilik; tür çeşitliliği, genetik çeşitlilik, ekosistem çeşitliliği ve ekolojik olayların çeşitliliğini içermektedir. Biyoçeşitlilik bir ülkenin doğal zenginliğini de ifade eder. Dünyada insan yaşamının sürdürülebilirliği, biyoçeşitliliğin dolayısıyla canlı ve cansız tüm bileşenleriyle doğanın varlığının bozulmadan devam etmesine bağlıdır. Çünkü ekosistemlerden gıda, tıbbi bitki, odun, hayvan yemi vb. sağlamada doğrudan veya dolaylı olarak hem de karşılıksız bir biçimde yararlanılmaktadır.

Türkiye, Avrupa ve Orta Doğu'nun en zengin biyoçeşitliliğine sahip ülkesidir. Ülkemiz 173 memeli, 493 kuş, 180 sürüngen ve 369 iç su balık taksonu ile yüksek bir tür çeşitliliği barındırmaktadır. Türkiye'deki coğrafi yapının farklılığı, aslında var olan yüksek biyoçeşitliliğin kaynağıdır.

Türkiye'de tanımlanmış 12.150 adet damarlı bitki taksonu bulunmaktadır. Bu bitkilerin 3.496'sı ise endemiktir. Avrupa kıtasının yaklaşık 12.000 bitki türüne sahip olduğu düşünüldüğünde ülkemiz florasının ne kadar zengin olduğu açıkça anlaşılmaktadır. Günümüzde insan faaliyetleri nedeniyle dünyada ve Türkiye'de doğal kaynaklar ve biyoçeşitlilik büyük oranda zarar görmüştür. Maalesef bu zarar her geçen gün artarak devam etmektedir. İnsan faaliyetlerinin olumsuz etkileri sonucunda doğanın kirlenmesi, canlıların yaşam alanlarının yok olması, iklim değişikliği, doğal kaynakların aşırı derecede tüketilmesi ve istilacı türlerin ortaya çıkması kaçınılmaz olarak biyoçeşitliliğin yok olmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir yaşam için biyoçeşitliliğin korunması gerekmektedir. Bu amaçla dünyada ve ülkemizde biyoçeşitliliğin korunması, çeşitli uluslararası antlaşma ve sözleşmeler ile sürdürülmektedir. Bu antlaşma ve sözleşmelerin önemli bir kısmı şunlardır:

Ek Bilgi

Tür Çeşitliliği: *Belirli bir bölgede yaşayan canlı türlerinin sayısını ve yoğunluğunu ifade eder.*

Genetik Çeşitlilik: *Bir popülasyonun bireyleri arasındaki genetik varyasyonları (çeşitliliği) ifade eder.*

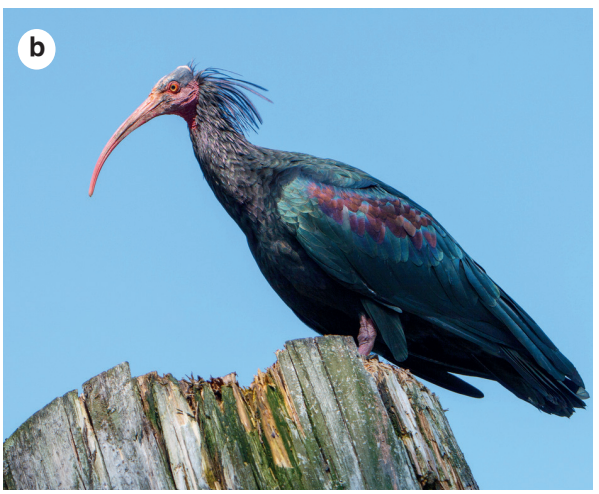
Ekosistem Çeşitliliği: *Biyosferde bulunan orman, step, deniz, kıyı, çöl, dağ gibi birbirinden farklı ve çeşitli ekosistemleri ifade eder.*

- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi
- Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitkilerin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES)
- Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme (Ramsar)
- Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Doğal Yaşama Ortamlarının Korunması Sözleşmesi (Bern)
- Akdeniz'de Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliğe İlişkin Protokol
- Karadeniz'de Biyolojik Çeşitlilik ve Peyzajın Korunması Protokolü

Önemli bir kısmı yukarıda verilen bu antlaşma ve sözleşmelerden biri olan "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi" biyoçeşitliliğin korunması ile ilgili diğer tüm ulusal ve uluslararası uygulamaları doğrudan etkilemektedir. Bu antlaşma ve sözleşmeler doğrultusunda Türkiye, biyoçeşitliliğin korunması ve gelecek nesillerin doğal kaynakları kullanabilmeleri için kaynakların sürdürülebilir biçimde kullanılacağının teminatını vermiştir. Bu antlaşmalar doğrultusunda biyoçeşitliliğin korunabilmesi için çeşitli uygulamalar hayata geçirilmiştir. Ülkemizin biyolojik zenginliğini tanımlayabilmek için TÜBİTAK tarafından "Türkiye Bitkileri Veri Tabanı" ve 2007 yılından 2013 yılına kadar gönüllü uzmanlar aracılığıyla da Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veri Tabanı oluşturulmuştur. Ayrıca biyoçeşitlilik koruma çalışmaları kapsamında tür koruma çalışmaları, alan koruma (yerinde koruma) çalışmaları ve alan dışı koruma çalışmaları yapılmaktadır. Benzer çalışmalar KKTC ve dünyanın pek çok ülkesinde de uygulanmaktadır. KKTC Turizm ve Çevre Bakanlığına bağlı Çevre Koruma Dairesi tarafından biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik birçok proje gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda koruma çalışmaları yapılmasına imkân sağlanmıştır. Ayrıca Çevre Yasası kapsamında hazırlanan "Flora, Fauna Türleri ve Yabani Kuşların Korunması" tüzüğü kapsamında biyoçeşitlilik değerlerinin korunması için etkin çalışmalar yürütülmektedir.

Tür koruma çalışmaları ile nesli tehlike altındaki türlerin korunması hedeflenmekte ve böylece biyoçeşitliliğin korunması amaçlanmaktadır. Bu amaçla Türkiye'de başta deniz kaplumbağaları, Akdeniz foku ve kelaynakları koruma çalışmaları sürdürülmektedir *(Görsel 2.52 a, b)*.

Görsel 2.52
a) Akdeniz foku,
b) Kelaynak kuşu



Akdeniz fokunun korunması amacıyla T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından "Akdeniz Foku Türk Ulusal Komitesi" kurulmuştur. Ayrıca bu türün korunması amacıyla Ege ve Akdeniz kıyılarında oluşturulan çeşitli pilot alanlarda koruma çalışmaları sürdürülmektedir. Türkiye'de deniz kaplumbağalarına ait 21 önemli üreme bölgesi bulunmaktadır. Bu alanlara doğal sit statüsü kazandırılmış ve buralar koruma altına alınmıştır. Ayrıca Şanlıurfa-Birecik civarında yaşayan ve nesli tehlike altında olan kelaynaklar, kurulan üreme istasyonuyla koruma altına alınmıştır *(Görsel 2.53)*.

Görsel 2.53
Şanlıurfa Birecik Kelaynak Koruma Merkezi

Türlerin kendi habitatlarında korunması amacıyla gerekli kanun ve yönetmelikler kapsamında alan koruma çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmaların yapıldığı alanlar; biyoçeşitlilik açısından önemli olan millî parklar, tabiat koruma alanları, tabiat parkları, yaban hayatı geliştirme sahaları ve sulak alanlar olarak adlandırılmaktadır. Bu alanlar biyoçeşitlilik açısından önemli bölgelerdir. Kaz Dağları Millî Parkı ve Hatay Dağ Ceylanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, alan koruma çalışmaları yapılan yerlere örnektir *(Görsel 2.54)*. Bu alanlar, Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Millî Parklar Genel Müdürlüğü tarafından korunmaktadır.

Görsel 2.54
a) Kaz Dağları Millî Parkı, b) Hatay Dağ Ceylanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası

Alan dışı koruma çalışmaları ile biyoçeşitliliğin korunması amacıyla ağaç parkı (arboretumlar), botanik bahçeleri, gen bankaları, arazi gen bankaları ve tohum bankaları kurulmuştur.

Türkiye'de alan dışı koruma çalışmaları ilk olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünün kurulmasıyla başlamıştır. Enstitü kapsamında ulusal tohum gen bankası oluşturulmuştur. Bu kapsamda 3.339 türe ait 55.000'den fazla tohum örneği korunmaktadır. Korunan tohum örnekleri içerisinde Türkiye kökenli bitkilere ait yerel ve ıslah edilmiş çeşitler ile yabani ve endemik türler bulunmaktadır. Ayrıca Ankara'da bulunan Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde Türkiye Tohum Gen Bankası da bulunmaktadır. Bu merkezde günümüzde koruma altına alınmış tohum sayısı 51.000'dir.

Ülkemizde Ulusal Arazi Gen Bankası oluşturulma çalışmaları 1992'de başlatılmıştır. Çalışmalar kapsamında Türkiye kökenli meyve ve bağ genetik kaynaklarının materyalleri, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı farklı araştırma enstitülerinin bünyesinde bulunan arazi gen bankalarında saklanmaktadır. Toplama çalışmaları ile elde edilen meyve ve bağ genetik kaynakları, türün ekolojik isteğine göre en az iki farklı kuruluşun arazi gen bankasında korunmaktadır. Bu kapsamda arazi gen bankalarında çok sayıda materyal bulunmaktadır. Bu süreçte koordinatör kurum Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüdür. Biyoçeşitliliğin korunması kapsamında Türkiye'de ağaç parkı ve botanik bahçeleri de kurulmuştur. Bu sayede hem ülkemizde doğal olarak yetişebilen hem de ülke dışından gelen pek çok bitki türünün korunması mümkün olabilmektedir.

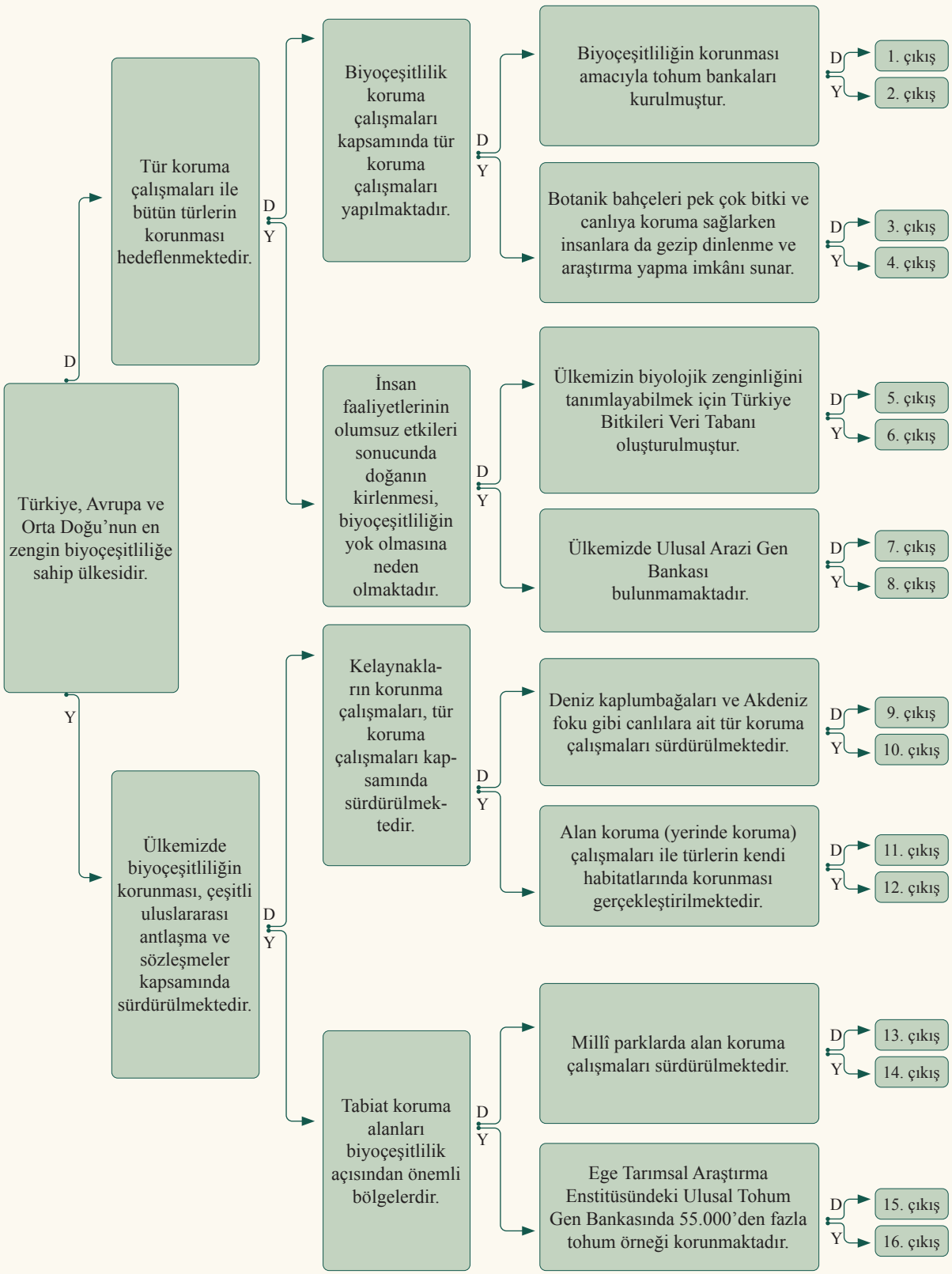
Ankara'da bulunan Türkiye Millî Botanik Bahçesi, İstanbul'da bulunan Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi *(Görsel 2.55 a)* ve Adana'da Çukurova Üniversitesi yerleşkesinde bulunan Ali Nihat Gökyiğit Botanik Bahçesi ülkemizdeki botanik bahçelerinin önemli örneklerindendir.

Ayrıca İstanbul'da bulunan ve 1982 yılında kurulan Atatürk Arboretumu'nun büyük çoğunluğunu ağaçlar oluşturmakta ve arboretumda diğer odunsu bitki örnekleri de bulunmaktadır *(Görsel 2.55 b)*. Botanik bahçeleri ve ağaç parkları, pek çok bitki ve canlıya koruma sağlarken insanlara da gezip dinlenme ve araştırma yapma imkânı sunabilmeleri açısından önemli yerlerdir.

Görsel 2.55
a) Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, b)Atatürk Arboretumu

Kontrol Noktası

Aşağıda birbiri ile bağlantılı, doğru/yanlış ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç verilmiştir. Soldaki ilk ifadeden başlayarak, söz konusu ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğuna karar vererek ilerleyiniz. Sonuçta ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz. Tek bir çıkışı işaretleyebileceğinizi unutmayınız.



2.9 ATIK YÖNETİMİ

Konuya Başlarken

Aşağıdaki metinden ve önceki öğrenmelerinizden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Dijitalleşen Dünyanın Yeni Çevre Sorunu: E-Atıklar

Oyun konsollarının birkaç yılda bir yeni özelliklere sahip modelleri çıkıyor. Akıllı telefon modelleri neredeyse her yıl güncelleniyor. Daha birkaç yıl öncesine kadar yüksek çözünürlüklü televizyonlara sahip olmak isterken artık üç boyutlu televizyonlara ilgi gösteriyoruz. Günümüzde kullandığımız onlarca çeşit elektronik cihazın özellikleri her geçen gün güncelleniyor, kapasiteleri artıyor ve tasarımları yenileniyor. Dijital teknolojilerdeki bu hızlı değişim nedeniyle günlük hayatta kullandığımız elektronik cihazların ömrü gittikçe kısalıyor. Bu durumun ise olumsuz bir sonucu var: elektronik atıklar.

Birleşmiş Milletler'in 2020 Küresel E-Atık İzleme Raporu'nun verilerine göre her yıl kişi başı 7,3 kg elektronik atık üretiyoruz. Elektronik cihazların üretiminin artması, kullanım sürelerinin kısalması ve tamir maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle e-atıkların miktarı her geçen yıl artıyor. 2014 yılında 44,4 megaton olan e-atık miktarının 2030'da 74,7 megatona çıkabileceği öngörülüyor. (...)

Elektronik cihazlar batarya, devre kartı, katot ışını tüpü, plastik kasa gibi farklı bileşenlerden oluşuyor. Örneğin e-atıkların kütlece %49'unu metaller, %33'ünü plastik malzemeler, %12'sini ise katot ışını tüpleri oluşturuyor. Bu nedenle e-atıkların farklı şekillerde geri dönüştürülmesi ya da yok edilmesi gerekiyor. (…)

E-atıklar çevre ve canlılar için olumsuz etkileri olan bazı zararlı maddeler içeriyor. Örneğin elektronik cihazların kolayca alev almasını engellemek için kullanılan yangın geciktirici maddeler bunlardan biri. (…)

Elektronik devre kartlarında, katot ışını tüplerinde, aydınlatmalarda ve bataryalarda kullanılan cıva, kurşun, kadmiyum gibi zehirli etkisi olan elementler çevreye ve insanlara zarar verebiliyor. (…)

E-atıklar ülkemizde yürütülen sıfır atık uygulamasına dâhil olan atık türlerinden biri. Sıfır atık projesinde kaynakların daha verimli kullanılması, atık oluşumunun en aza indirilmesi ve oluşan atıkların uygun şekilde toplanıp geri kazanılması hedefleniyor. Sıfır atık uygulaması kapsamında elektronik cihazların ömürlerini tamamlamadan atılmaması, bozulan cihazların mümkünse tamir ettirilerek tekrar kullanılması ve oluşan e-atıkların yetkilendirilen kuruluşlar tarafından belirlenen toplama noktalarına götürülmesi tavsiye ediliyor. (…)

*Genel ağdan alınmıştır.**

1. Bozulan veya kullanılamaz duruma gelen elektronik eşyalarınızın geri dönüşümünü nasıl sağlıyorsunuz?
2. Evsel atıklarınızı nasıl topluyor ve ayrıştırıyorsunuz?
3. "Sıfır Atık Projesi" kapsamında neler yapıyorsunuz?

Türkiye'de ve KKTC'de her gün milyonlarca ton atık toplanmakta ve depolanmaktadır. Düzenli depolama tesislerinde sızıntı sularının ve depo gazının olumsuz etkileri kontrol altına alınarak çevreye verilebilecek zararlar en aza indirgenmeye çalışılmaktadır. Evsel, tıbbi, endüstriyel, inşaat, tarım ve hayvancılık kaynaklı bu atıkların bir kısmı; geri dönüştürülebilen ve ayrıştırma neticesinde tekrar kazanılma özelliği bulunan, depolama alanlarında bertaraf edilebilen, insan sağlığı ve doğa açısından herhangi bir olumsuz etkisi olmayan atıklardır.

Toplanan atıkların bir kısmı toplanma ve depolanma süreçlerinin yönetimindeki aksaklıklar sebebiyle hem insan sağlığı hem de ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Örneğin atık yakma tesislerinden çevreye yayılan sülfür ve nitrojen oksitleri, kurşun ve diğer ağır metaller çevre kirliliğinin en büyük kaynağını oluşturmaktadır. Kontrolsüz olarak katı atıkların depolanması ise hem çöplerden kaynaklanan metan ve karbondioksit gazlarının artmasına hem de toprağın, yer altı sularının ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olmaktadır. KKTC'de ise atıkların toplanması, depolanması konusunda farkındalık ve uyum sürecine devam edilmekte; kimyasal atıkların deniz ekosistemlerine verdiği zararların en aza indirilmesine çalışılmaktadır.

9. Etkinlik

Adı	***Atık Yönetimi Performans Görevi***
Amaç	*Atık yönetimi konusunda yapılan çalışmalarla ilgili bilgi toplayabilme*
Süre	*40+40 dk.*

Yönerge

- *Bu performans görevinizde sizlerden okulunuz bünyesinde atık yönetimi konusunda bir proje hazırlamanız beklenmektedir.*
- *Performans görevi **Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı** ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.*
- *Etkinlik sonunda karekod ile verilen **Öz Değerlendirme Formu**'nu ve **Grup Değerlendirme Formu**'nu doldurunuz.*
- *Aşağıda verilen uygulama basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.*

1. *Türkiye Yüzyılı vizyonunun gerçekleşmesine katkı sağlayacak referans projeler arasında yer alan Sıfır Atık Projesi, gelecek nesillere çevresel sürdürülebilirliği ve yaşanabilir şehirleri miras bırakmayı amaçlamaktadır. "Sıfır Atık Projesi; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesini veya minimize edilmesini, atığın oluşması durumunda ise kaynağından ayrı toplanmasını ve geri kazanımının sağlanmasını kapsayan bir dizi atık yönetim felsefesi olarak tanımlanan bir hedeftir. Sıfır Atık Projesi'yle Türkiye'de %13 olan geri kazanım oranı 2021 yılında %27,2'ye yükseltilmiştir."*

   Beyin fırtınası tekniği ile atığın kaynağında ayrı toplanması, geri kazanımının sağlanması ve geri kazanım oranının yükseltilmesi için neler yapılabileceği konusunda fikirlerinizi aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

2. *Atık yönetimi konusunda sorumlu kurum ve kuruluşlar hangileridir? Aşağıda boş bırakılan alana bu kurum ve kuruluşları yazınız.*

3. *Yaşadığınız yerde atık yönetimi konusunda sorumlu kurum ve kuruluşlarca (yerel yönetimler, okul idaresi vb.) yapılan çalışmalar hakkında bireysel rapor hazırlamak üzere araştırma yapınız.*

4. *Araştırmalarınız sırasında*

   a) Kuruluşunuzun atık yönetimi ile ilgili hangi görev ve sorumlulukları vardır?

   b) Atık toplama ve yönetim süreçleriniz hangi işlemleri içeriyor?

   c) Geri dönüşüm uygulamalarınız nelerdir ve bu uygulamalar ne kadar yaygındır?

   ç) Yüksek miktarda atık üreten alanlar hakkında nasıl bir strateji izliyorsunuz?

   d) Geri dönüşüm ve atık yönetimi konusunda karşılaştığınız başlıca zorluklar nelerdir?

   sorularını içeren bir görüşme formu oluşturarak ilgili kurum ve kuruluşların çalışmaları hakkında bilgi toplayınız.

5. *Topladığınız bilgilerden yola çıkarak yaşadığınız yerde atık yönetiminden sorumlu kurum ve kuruluşların yaptığı çalışmaları, Türkiye'de ve dünyada atık yönetimi konusunda ortaya konan örnek uygulamaları aşağıdaki tabloya yazarak karşılaştırınız.*

Yakın Çevrenizdeki Atık Yönetimi Uygulamaları	Türkiye'de Atık Yönetimi Uygulamaları	Dünyada Atık Yönetimi Uygulamaları

6. *Yakın çevrenizde bir atık değerlendirme, geri dönüşüm veya bertaraf tesisi varsa bu tesise bir okul gezisi düzenleyiniz. Söz konusu tesislerin olmadığı durumlarda atık yönetimi içerikli videolar izleyiniz.*

7. *Karekod ile verilen "Atık Yönetimi" adlı videoyu izleyiniz.*

Atık Yönetimi

8. *Araştırmalarınızdan elde ettiğiniz bilgileri tesiste gözlemlediğiniz uygulamalar veya videodan elde ettiğiniz bilgiler aracılığıyla doğrulayınız.*

9. *Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak atık yönetimi uygulamalarının çevreye etkilerinin neler olduğunu ve bu uygulamaların ülke ekonomisine, çevresel temizliğe ve sürdürülebilirliğe katkılarını, çevre ve canlılık açısından önemini açıklayınız.*

10. *Atık yönetimi konusunda ulaştığınız bilgileri çevre duyarlılığını artırmak ve farkındalık oluşturmak için bir proje tasarlamak üzere kaydediniz.*

11. *Atık yönetimi konusunda yürütülen çalışmalardan hangilerine katılmayı istersiniz? Bu çalışmalara katılmak istemenizin sebebi nedir?*

12. *Okulunuz bünyesinde grup çalışmasıyla atık yönetimi konulu bir proje hazırlayınız.*

Değerlendirme

Öz Değerlendirme Formu

Grup Değerlendirme Formu

Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı

Atık Yönetimi

Dünyada ve Türkiye'de nüfus artışı, şehirleşme, ekonomik büyümenin hızlanması, insanların tüketim oranının artması gibi gelişmeler atık miktarının da artmasına sebep olmuştur. Atık miktarındaki bu artış, her bir atık türü için ayrı yönetim sistemi kurmak yerine tüm atıkları içine alan bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Atık yönetimi, atığın oluşumunu önlemeyi ve kaynağında azaltılmasını hedefler. Aynı zamanda atıkların yeniden kullanımı, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi ve toplanması süreçlerini kapsar. Bu süreçler kapsamında geçici depolama, taşıma, ara depolama, geri dönüşüm, geri kazanım gibi işlemler gerçekleştirilir. Ayrıca bertaraf edilen atıkların izlenmesi, kontrol edilmesi ve denetlenmesi de atık yönetiminin önemli bir parçasıdır.

Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atıkların üretim, kullanım veya bertaraf aşamalarında çevreye zarar vermeyecek veya en az zarar verecek şekilde uygun işlem ve yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu süreçte doğal kaynakların olabildiğince az kullanıldığı temiz teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanılması önemlidir. Farklı türdeki atıkların kaynağında ayrı toplanması ve atıkların en yakın ve en uygun olan tesiste uygun yöntem ve teknolojiler kullanılarak bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu yönetmelikte ayrıca atıkların ayrılması, toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertarafı sırasında su, hava, toprak, bitki ve hayvanlar için risk yaratmayacak; çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek yöntemlerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Yönetmeliğe göre her türlü faaliyet sırasında doğal kaynakların ve enerjinin verimli kullanılması amacıyla atık oluşumunu kaynağında azaltan ve atıkların geri kazanılmasını sağlayan, çevreyle uyumlu teknolojilerin kullanılmasının gerekliliği ifade edilmiştir.

Sıfır Atık Tanıtım Kitapçığı

Atık yönetimi konusunda ülke olarak daha iyi bir yönetim modelinin oluşturulabilmesi için evlerdeki atıklardan başlanarak daha bilinçli ve sorumlu davranışlar geliştirilmesi gerekmektedir. Atık yönetiminde ilk adım atıkların önlenmesi, yeniden kullanılması ve uygun kriterlere göre biriktirilmesidir. Atık türleri, atık ayrıştırma ve geri kazanım yöntemleri için karekod ile verilen "Sıfır Atık Tanıtım Kitapçığı"nı inceleyiniz. Evlerde, sokak ve parklarda, pazar yerlerinde, sağlık kuruluşlarında ve iş yerlerinde oluşan atıkların toplum sağlığına zarar vermeyecek şekilde biriktirilmesi gerekmektedir. Geri kazanılabilir atıklar, mutfak atıkları ve diğer atıkların birbiriyle karıştırılmadan ayrıştırılması çok önemlidir *(Görsel 2.57 a, b)*. Atıkların ayrıştırılarak biriktirilmesi hem geri dönüşümü kolaylaştırarak ekonomiye hem de insan sağlığının ve çevrenin korunmasına destek sağlar.

Görsel 2.57 a, b
Atık ayrıştırma konteynerleri

Atıkların taşınması için farklı toplama araçları kullanılır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıklar, sıkıştırmasız; karışık ve organik atıklar genellikle sıkıştırmalı araçlarla toplanarak işleme ve depo yerlerine taşınır *(Görsel 2.58)*.

Görsel 2.58
Atık toplama aracı

Atıkların kontrolsüz biçimde bırakıldığı alanlar, insan sağlığını tehdit etmekte ve bu durum hastalıkların hızla yayılmasına; toprağın, yüzeysel suların ve yer altı sularının kirlenmesine; çevreye rahatsız edici koku yayılmasına; haşere ve böcek sorunlarının oluşmasına neden olmaktadır.

Bu alanlarda oluşan metan gazı da patlama, heyelan, hava kirliliği vb. problemlere yol açmaktadır. Söz konusu atıkların çevreye ve insan sağlığına etkisini azaltmak ve yönetimini sağlamak üzere ortadan kaldırılması, yok edilmesi ve geri dönüştürülmesine **bertaraf işlemi** denir. Bertaraf işlemi; atıkların ayıklanarak tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım gibi işlemlerden sonra kompostlaştırma, biyometanizasyon, yakma, düzenli depolama uygulamalarının tümü olarak tanımlanmaktadır.

Kompostlaştırma, bertaraf işlemlerinden biri olup organik atıkların kontrollü şartlar altında humus veya humus benzeri stabil ürüne kadar biyolojik olarak ayrıştırılmasıdır. Oluşan ürüne **kompost** denir *(Görsel 2.59)*.

Görsel 2.59
Kompost yapımı

Kompost; tarımda, meyvecilikte, ormancılıkta ve zemin iyileştirmede kullanılır. Toprağa verilen kompost, burada mikroorganizmaların faaliyetini artırdığı için fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri iyileştirip bitkilerde verimin artmasını sağlar. Kompostlaştırma ile biyolojik olarak ayrışabilir organik maddelerin biyolojik olarak kararlı bir maddeye dönüştürülmesi ve atığın hacminin azaltılması sağlanır. Atık içinde bulunan hastalık yapıcı organizmalar genellikle kompostlaştırma işlemi sırasında yok edilir. Mevcut veya oluşabilecek koku problemi ortadan kaldırılır. Gübre olarak kullanılabilecek bir ürün elde edilir. Evlerde, bahçelerde basit bir kompost kovası seti ile organik atıklardan yararlanılabilir.

Biyometanizasyon, organik artıkların oksijensiz ortamda parçalanarak biyogaza (metan ve karbondioksit) dönüştürülmesi işlemidir. Oluşan biyogazın işlenmesi ile elektrik ve ısı enerjisi üretilir. Atıklardan organik gübre elde edilir. Biyometanizasyon sürecinde, atıklarda bulunan hastalık yapıcı etkenler ve kötü kokular da giderilir. Aynı zamanda fosil yakıtların kullanımı azaltılarak sera gazları da azaltılmış olur. Biyogaz, ısıtmada enerji amacıyla; motorlu araçlarda yakıt olarak kullanılmaktadır.

Yakma işlemi bir bertaraf yöntemi olarak kullanılır. Bu yöntemin temel amacı katı atıkların hacmini azaltmaktır. Bu atıkların yakılması ile oluşan termal enerji, buhar türbininden geçirilerek elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu süreçler çevreye zarar vermeden gerçekleştirilmelidir.

Düzenli depolama işleminde katı atıklar bertaraf amacıyla araziye yerleştirilip depolanır. Bu bağlamda çevreye en az olumsuz etki yapacak şekilde serilip, sıkıştırılarak bu atıkların üstü örtülür. Böylece depolamadan kaynaklanan sızıntı sularının toprak katmanları arasından geçip yer altı sularına veya yüzeysel sulara karışması önlenir. Çıkan gaz toplanarak bertaraf edilir. Düzenli depolama sahalarında işletme süresi tamamlandığında farklı kullanım amaçlarına hizmet edecek şekilde arazinin üstü örtü tabakası ile kaplanarak kapatılır *(Görsel 2.60 a)*. **Düzensiz depolama sahaları**, katı atıkların hiçbir önlem alınmaksızın açık araziye rastgele boşaltılarak insan çevresinden uzaklaştırıldığı alanlardır *(Görsel 2.60 b)*. Bu alanlarda yüksek çevresel riskler mevcuttur. Düzensiz depolanan atıklar; yer altı sularının ve yüzeysel suların kirliliği, hava kirliliği, görüntü kirliliği, zararlı organizmaların üremesi ve heyelan riski taşımaktadır. Depolama alanlarından kaynaklanabilecek riskleri azaltmak için eski ve yanlış yönetilmiş düzensiz depolama sahalarını kapatmak ve rehabilite etmek gerekir.

Görsel 2.60
a) Düzenli depolama sahası, b) Düzensiz depolama sahası

Kontrol Noktası

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına ait 2021 yılı atık istatistikleri bülteninde atık işleme yöntemine göre atık miktarının Türkiye geneli dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tabloya göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Tablo 2.1. Atık İşleme (*) Yöntemine Göre Atık Miktarı Türkiye Geneli Dağılımı

* 2021 yılında geri kazanım amacıyla atık işleme tesislerine gönderilen atık miktarı 17.569.247 ton, bertaraf edilmek üzere atık işleme tesisine gönderilen atık miktarı ise 14.017.774 ton olarak gerçekleşmiştir. Yıl sonu itibariyle tesiste stok olarak tutulan atık miktarı 837.222 ton, ihraç edilen atık miktarı ise 242.731 ton olarak verilmektedir.

Yıl	Geri Kazanım	Bertaraf	Stok	İhracat	Toplam (ton)
2018	11.035.553	3.411.989	1.916.855	217.860	16.582.257
2019	12.605.373	7.981.748	4.601.820	139.478	25.328.419
2020	15.074.363	13.686.550	645.949	303.372	29.710.234
2021	17.569.247	14.017.774	837.222	242.731	32.666.974

1. 2018-2021 yılları arasında geri kazanım amacıyla atık işleme tesislerine gönderilen atık miktarı nasıl değişmiştir?
2. 2020 ve 2021 yıllarında bertaraf edilmek üzere atık işleme tesislerine gönderilen atık miktarının diğer yıllara göre daha fazla olmasının sebebi ne olabilir?

2. Tema Ölçme ve Değerlendirme Soruları

1-3. soruları aşağıda verilen görsellerden yararlanarak cevaplayınız.

1. Verilen görsellerde ekosistemin canlı ve cansız bileşenlerinden hangilerini görmektesiniz? Yazınız.

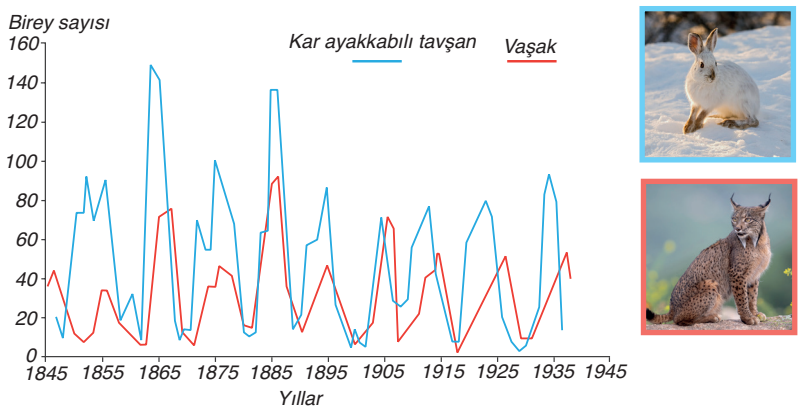
2. Görsellerdeki ekosistemlerin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

3. Verilen görsellerdeki ekosistemlerin cansız bileşenlerinden birinin ortadan kalkması durumunda ekosistemde neler olabileceğini açıklayınız.

4-6. soruları aşağıdaki metne göre cevaplayınız.

Kar ayakkabılı tavşan ve vaşak popülasyonlarının döngüsü, avcı-av dinamiğinin bir örneğidir. Kanada'da 300 yılı aşkın bir süredir kürk ticaretiyle uğraşan bir şirket kayıtları, 1700'lerden itibaren avcılar ve tuzakçılar tarafından her yıl toplanan kar ayakkabılı tavşan ve vaşak postlarının sayısını listeler. Veriler, kar ayakkabılı tavşan popülasyonunda 200 yıllık döngüsel nüfus artış ve düşüşlerindeki geçmişi, vaşak popülasyonunda görülen biraz gecikmiş nüfus patlamasını ve çöküşü göstermektedir.

Kar ayakkabılı tavşan popülasyonu, her 8-11 yılda bir zirveye ulaşır ve sonra keskin bir şekilde yoğunluklar 100 kata kadar azalır. Vaşak popülasyonları, tavşan döngüsünü bir veya iki yıllık bir gecikmeyle takip eder. Vaşaklar daha yaygın hâle geldikçe daha fazla sayıda tavşan yer ancak yüksek avlanma oranı nedeniyle vaşak sayıları tavşan sayısındaki düşüşün ardından düşer. Tavşan popülasyonları toparlanmaya başladığında vaşak sayıları tekrar artar ve döngü tekrarlanır.



Kar ayakkabılı tavşan ve vaşak popülasyonlarındaki döngüsel dalgalanmalar

4. Vaşaklar, 1700'lerden 1900'lü yıllara kadar kürk ticareti için neredeyse yok olma noktasına kadar avlanmıştır. Aşırı avlanma sonucu vaşak sayılarının çok fazla azalması, kar ayakkabılı tavşan popülasyonunu nasıl etkilemiştir?

5. Vaşakların sayısının azalması sonrası tavşan popülasyonu artar. Artış sonrasında döngü nasıl devam eder?

6. "1999'dan itibaren Kanada ve Alaska'dan 204 vaşak, Colorado'nun (Kolarado) Güney Rocky (Raki) Dağları'na taşındı. Taşınan vaşak popülasyonu iyice yerleşti, araştırmacılar her yıl doğan yavru vaşak sayısının arttığını bildiriyor." bilgisinden yola çıkarak popülasyon büyüklüğü ile ilgili aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri tamamlayınız.

a) Popülasyondan bireylerin ayrılıp başka popülasyonlara gitmesi ..... olarak adlandırılır.

b) Birim alanda bulunabilecek maksimum birey sayısına ..... denir.

c) Doğumlar ve ..... popülasyondaki birey sayısını artırır.

7-8. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Bir grup ekolog, şehir merkezindeki bir parkta canlı ve cansız bileşenlerin etkileşimlerini anlamak amacıyla kapsamlı bir araştırma yürütmektedir. Araştırmanın amacı, park ekosistemindeki enerji akışı ile madde döngüsünü incelemek ve bu süreçlerin ekolojik denge üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

Araştırmada kullanılan yöntemler:

Gözlem: Parkın farklı noktalarında canlı ve cansız bileşenlerin kayıt altına alınması.

Veri Toplama: Toprak nem seviyesi, ışık yoğunluğu, bitki çeşitliliği, hayvan popülasyonu gibi değişkenlerin ölçümlerinin yapılması.

Modelleme: Canlı ve cansız bileşenler arasındaki ilişkilerin bilgisayar simülasyonları ile analiz edilmesi.

Araştırma Bulguları: Parkın ana bileşenleri; toprak, su, taşlar, güneş ışığı, çimenler, çiçekli bitkiler, böcekler, kuşlar ve küçük memelilerdir.

Toprağın su içeriği, bitkilerin büyüme hızını etkileyen en önemli faktörlerden biridir.

Kuşlar, park ekosisteminde ve böcek popülasyonunun kontrolünde kritik bir role sahiptir.

7. Verilen metinde ekosistemin canlı ve cansız bileşenlerinden hangilerini görmektesiniz? Tabloya yazınız.

Bileşen Türü	Örnekler	Ekosistemdeki Rolü
Cansız Bileşenler		
Canlı Bileşenler		

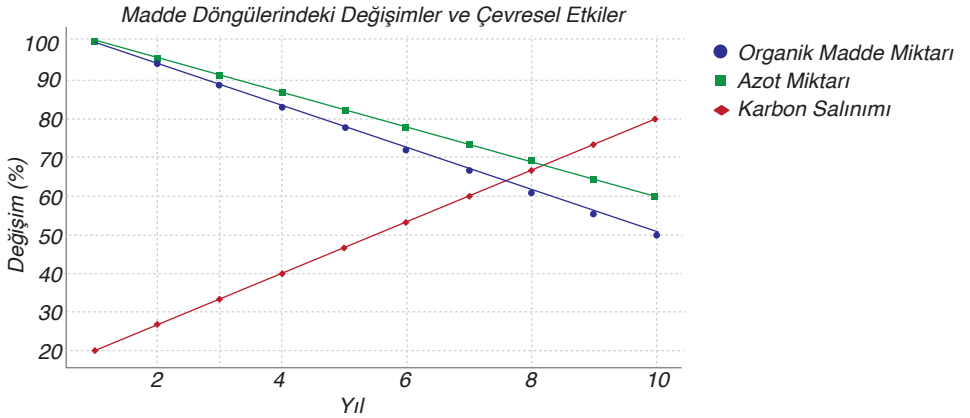
8. Araştırmacılar, parkın su kaynağının azaldığını ve topraktaki nem seviyesinin %50 oranında düştüğünü tespit etmiştir. Bu değişikliğin

a) Bitki popülasyonu üzerinde olası etkileri nelerdir?

b) Bu durumun bitkilerle beslenen böcekler ve bu böceklerle beslenen kuşlar üzerindeki uzun vadeli etkileri nelerdir? Bu etkileri, ekolojik etkileşimler ve besin zinciri ilişkileri açısından açıklayınız.

9-11. soruları aşağıda verilen metin ve grafiğe göre cevaplayınız.

Bir tarım arazisinde uzun yıllardır buğday üretimi yapılmaktadır. Ancak son yıllarda ürün veriminde belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir. Arazi sahipleri bu durumun nedenlerini araştırmak üzere bir ekip görevlendirmiştir. Araştırma ekibi; toprak analizi, çevresel faktörler, tarım uygulamaları ve madde döngülerinin işleyişi üzerine incelemeler yapmıştır. Elde edilen veriler, bu değişimlerin zaman içindeki seyrini gösteren bir çizgi grafiğinde görselleştirilmiştir. Grafik, madde döngülerindeki bozulmaların çevresel etkilerini açıkça ortaya koymaktadır.



Arazi sahipleri, ekosistemdeki madde döngülerini iyileştirmeye yönelik bilimsel bir model oluşturmayı hedeflemiştir. Bu kapsamda arazi sahiplerine toprağa organik gübre eklenmesi, azot bağlayıcı bitkilerin yetiştirilmesi ve orman kenarından gelen suyun doğru yönlendirilmesi gibi uygulamalar önerilmektedir.

9. Grafiğe göre yıllar içinde topraktaki organik madde miktarında azalma, karbon salınımında artış görülmüştür. Bu iki değişim arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayınız.

10. Toprakta madde döngülerinin bozulması, çevre ve tarım açısından ne gibi sonuçlara yol açar?

11. Arazi sahiplerinin madde döngülerini iyileştirmek için oluşturmayı hedefledikleri bilimsel modele göre önerdikleri uygulamalardan birini seçiniz. Seçtiğiniz uygulamanın madde döngülerini nasıl iyileştireceğini açıklayınız.

12-14. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Son yıllarda hızla artan nüfus ve plansız kentleşme, kıyı bölgelerimizde ciddi ekolojik sorunlara neden olmaktadır. Özellikle sahil şeridinde izinsiz yapılaşma ve çevresel tahribat, doğal dengenin bozulmasına ve ekosistemlerin zarar görmesine yol açmaktadır.

Karadeniz kıyısındaki bir kasabada yapılan gözlemler, bu sorunları gözler önüne sermektedir. Sahil şeridindeki izinsiz yapılar, deniz ekosistemini tehdit ederek biyolojik çeşitliliği azaltmış; su kaynaklarını kirletmiş ve bitki örtüsünü tahrip etmiştir. Bu durum halkın geçim kaynaklarını olumsuz etkilemiş, özellikle balıkçılık sektöründe ekonomik kayıplara yol açmıştır.

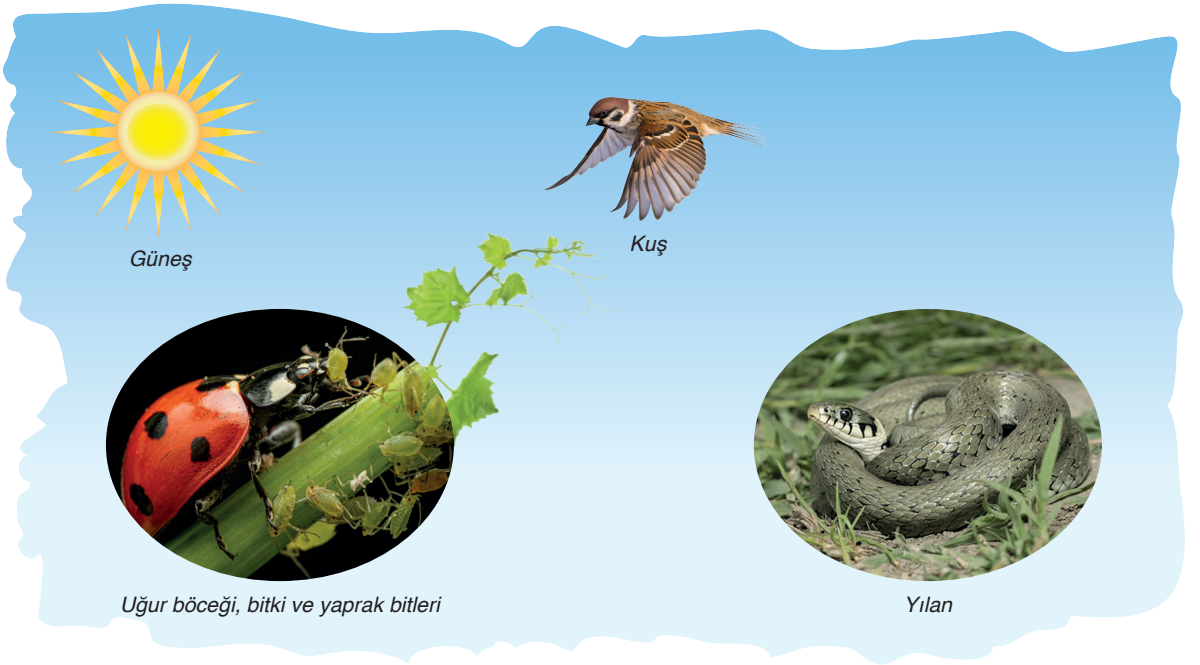
Yerel yöneticiler ve çevre mühendisleri, kıyı alanlarını korumak için çeşitli öneriler geliştirmiştir. Daha sıkı yasal düzenlemeler yapılması, halkın çevre konusunda bilinçlendirilmesi, teknolojik araçlarla kaçak yapılaşmanın tespiti, bu yapıların yıkılması gibi önlemler vurgulanmıştır. Ayrıca rehabilitasyon projeleri ile doğal alanların korunması ve biyolojik çeşitliliğin artırılması hedeflenmiştir. Karadeniz kıyısında başlatılan projeler, halkın katılımıyla başarılı olmuştur. Benzer projelerin diğer kıyı şehirlerine uygulanması önerilmektedir.

12. Karadeniz kıyısındaki kasabada yaşanan çevresel sorunlar üzerinden ekolojik sürdürülebilirliğin önemini açıklayınız. Ekosistem, biyolojik çeşitlilik ve insan yaşamı arasındaki ilişkiyi değerlendiriniz.

13. Metinde belirtilen sorun ve çözümleri başka bir çevre örneğine (orman, göl, tarım alanı vb.) uyarlayınız. Benzer tehditleri ve çözüm yollarını karşılaştırınız.

14. Metinde dolaylı olarak anlatılan ekolojik sürdürülebilirliğin önemi sizce nasıl tanımlanabilir? Metnin genel mesajını koruyarak ekolojik sürdürülebilirliği kendi cümlelerinizle açıklayınız.

15-17. soruları canlılar arasında beslenme ilişkisini veren aşağıdaki görselden yararlanarak cevaplayınız.

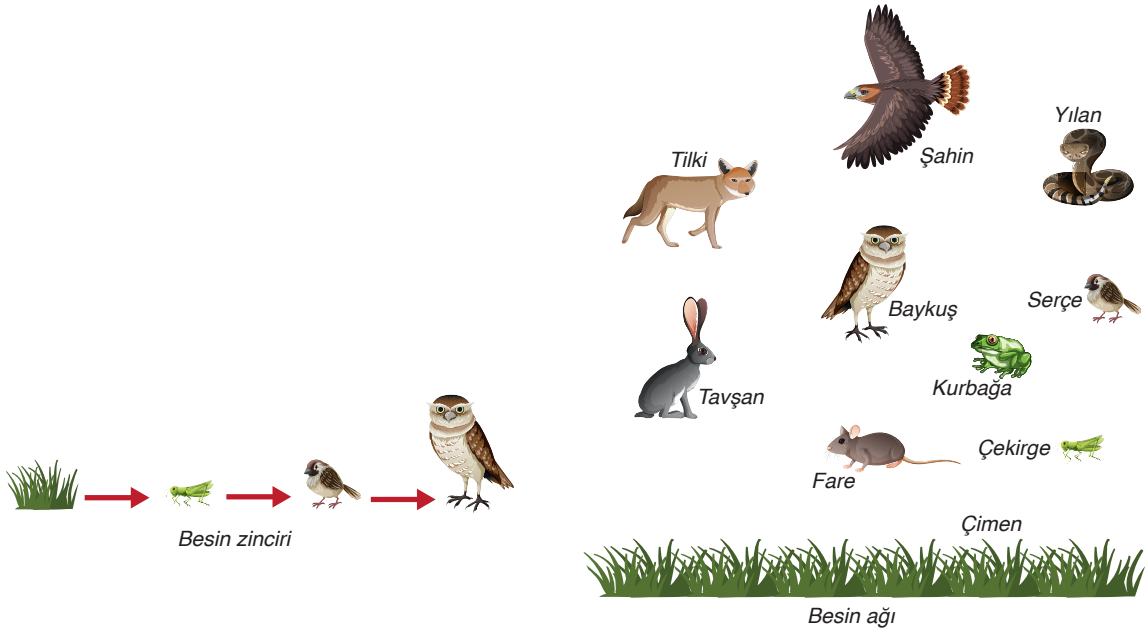


15. Görseldeki canlılardan hangisi besin zincirinin ilk basamağını oluşturur?

16. Bitki, yaprak biti, uğur böceği, kuş ve yılan yaşamsal faaliyetlerini sürdürmek için gerekli enerjiyi nereden sağlar?

17. Bahçesindeki bitkileri yaprak bitlerinden arındırmak isteyen bahçıvan yılda birkaç kez bitkilere böcek ilacı sıkar. Yağmur suları, bitkinin yaprak dökmesi gibi nedenlerle toprağa karışan böcek ilaçları zamanla bitkiye geçer. Biyolojik birikime neden olan böcek ilaçları besin zinciri yolu ile diğer canlılara aktarılır. Yukarıdaki görselde böyle bir durum olduğu varsayıldığında en fazla biyolojik birikimin hangi canlıda görüleceğini belirtiniz. Bu durumun nedenini açıklayınız.

18-21. soruları aşağıda verilen besin zinciri ve besin ağı ile ilgili görselden yararlanarak cevaplayınız.



18. İkincil tüketici canlıların adını yazınız.

19. Besin ağındaki canlıları kullanarak çimen-çekirge-kuş-baykuş örneğinde olduğu gibi farklı besin zincirleri oluşturunuz.

20. Oluşturduğunuz besin zincirlerinden birine ayrıştırıcı canlıları da ekleyerek bir besin piramidi oluşturunuz. Oluşturduğunuz besin piramidinde trofik basamakları ve enerji akışını açıklayınız.

21. Ekosistemlerde madde ve enerji akışının dengede olmasında ayrıştırıcılar önemli bir yere sahiptir. Ayrıştırıcılar olmasaydı ekosistemde ne gibi aksaklıklar gözlenirdi?

22-24. soruları aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

1960 yılında David Latimer (Deyvid Laytimır) büyük bir cam şişenin içini kompostla doldurdu, gübreye bir örümcek otu filizi ekti, şişeye çeyrek litre su ekledikten sonra şişeyi mantarla kapattı. Daha sonra şişeyi evinde bol miktarda güneş ışığı alan merdiven boşluğunun altına koydu ve ara sıra çevirerek yaprakların eşit şekilde büyümesini sağladı. 12 yıl sonra şişeye biraz su eklemek için onu açtı ve sonra tamamen kapattı. Kendi kendine yeten ekosistem 1972'den beri sulanmamasına rağmen gelişmeye devam etmektedir.

Teraryum örnekleri

Bu deney doğanın kendi kendine yetebilmesinin güzel bir örneğidir. Muhtemelen gelecekte bir gün bu bitkiler bir biçimde solacaktır. Ancak bunca zaman bitkilerin varlıklarını sürdürmeleri de önemli bir olaydır. Bu deney, David Latimer'in cam şişe içindeki mikrokozmosu olarak kayıtlara geçmiştir.

Yukarıdaki bilgiden yola çıkan 10. sınıf öğrencileri uygun bitkileri seçerek kendi teraryumlarını yaptılar. Yaptıkları teraryumun ağzını sıkıca kapattılar ve teraryumu sınıfta güneş ışığı alan pencereye yakın bir yere koydular. Bir günlük hazırlayarak teraryumda gözlemledikleri değişiklikleri günü gününe not etmeye başladılar.

22. Bitkiler dış kaynaklara ihtiyaç duymadan kapalı teraryumlarda varlığını nasıl sürdürebilir?

23. Dışarıdan su ve madde ilavesi yapılmayan teraryumlarda bitkilerin uzun süre varlığını sürdürmesi; fotosentez yapması ve bu bitkilerde su, karbon, azot döngüsü gibi doğal madde döngüleri nasıl gerçekleşir?

24. Buharlaşma, yoğuşma gibi doğal döngüleri de düşünerek öğrencilerin yaptıkları teraryumda neler gözlemleyebileceklerine dair tahminlerinizi kısaca yazınız.

25-28. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Kaz Dağları'nda yer alan bir ekolojik köy, permakültür (sürdürülebilir tarım) felsefesini uygulamaktadır. Bu köyde yerel tohumlara sahip çıkılarak doğal tarım uygulamaları yapılmaktadır. Bu köy, öğrendiklerini ve ürettiklerini paylaşarak kendi kendine yeten bir köy olarak bilinmektedir. Toplamda 50 dekarlık bir arazi üzerine kurulu olan köyde 6 adet doğa dostu yapı bulunmaktadır.

Köyde yeşil enerji olarak sadece güneş enerjili su ısıtma sistemi kullanılmaktadır. Elektrik ve su ihtiyacı, genel şebekeden sağlanmaktadır. Suyun geri dönüştürülmesi ve yağmur sularının toplanması için 3 adet gölet bulunmaktadır. Aynı zamanda köyde sürdürülen ekolojik tarım faaliyetlerinde bölgede bulunan ata tohumlarının yetiştirilmesi ve elde edilen ürünlerin tohumlarının paylaşılarak yaygınlaştırılmasına ağırlık verilmektedir. Köylüler; yetiştirdikleri organik tarım ürünlerini ya da ekolojik üretim yapan üreticilerden aldıkları ürünleri işleyerek reçel, peynir, salça, ekmek, un gibi organik ürünlere dönüştürüp, bunları satarak gelir sağlamaktadırlar. Yerleşkede belirli dönemlerde atölye çalışmaları, çalıştaylar ve eğitimler de düzenlenmektedir.

25. Örnek verilen ekolojik köy ile ekolojik olmayan köyler arasında sürdürülebilirlik açısından ne gibi farklılıklar bulunmaktadır?

26. Ekolojik sürdürülebilirlik uygulamalarının bir yerleşim alanındaki bitki, hayvan ve insanlar açısından önemi nedir?

27. Verilen köy örneğinde ekolojik sürdürülebilirlik için başka ne gibi uygulamalar yapılabilirdi?

28. Ekolojik sürdürülebilirliğin önemini nasıl ifade edersiniz?

29-31. soruları aşağıda verilen metin ve görsellerden yararlanarak cevaplayınız.

Anız yakma

Anız, tarımsal üretim sonunda biçilmiş olan tahılların toprakta kalan kök ve sap artıklarına verilen addır. Çiftçiler tarımsal faaliyetler sırasında yabancı ot ve haşerelerden kurtulmak, toprağı işlemede kolaylık sağlamak ve zamandan tasarruf etmek için anız yakmaktadır. Anızın yakılması sonucunda hem tarım alanları hem de doğal ekosistem tahrip edilmekte, özellikle topraktaki karbon ve azot dengesi yok olmakta, tarlalar verimsizleşmektedir. Toprakta bulunan mikroorganizmalar ve omurgasız canlılar zarar görmektedir. Anız yangınları sebebiyle hava kirlenmekte, yaban hayvanları ya yok olmakta ya da yuvalarını kaybetmekte, toprakta bulunan mikroorganizmalar ve omurgasız canlılar zarar görmektedir. Ayrıca anız yakmanın önemli etkilerinden biri de kurak ve yarı kurak bölgelerde erozyonu artırıcı rol oynamasıdır.

Denizlerdeki kirlilik

COVID-19 salgınında plastik ürünlerin, maske ve eldivenlerin kullanımının artmasıyla bilinçsizce doğaya bırakılan bu atıklar denizlere taşınmakta ve oralarda kirliliğe sebep olmaktadır. Plastikler, fiziksel aşınmaya maruz kaldığında kademeli olarak parçalanıp mikroplastik denen çok daha küçük parçalara bölünür. Suda süzülen mikroplastik atıklar, pek çok farklı organizma tarafından yutulur. İçlerindeki zehirli maddeler, bu parçacıkları yutan deniz canlıları yoluyla beslenme zincirine eklenerek insana kadar ulaşabilmektedir. Denizlere ulaşan daha büyük plastik atık parçaları ise deniz memelilerinin, deniz kaplumbağalarının, sürüngenlerin, balık ve deniz kuşlarının yaralanmasına veya ölmesine neden olabilmektedir. Örneğin kaplumbağalar, plastik poşetleri denizanası zannederek yiyebilmekte; kuşlar kendilerini ve yavrularını balık yumurtası veya yengeç zannettikleri plastiklerle besleyebilmektedir.

29. Anız yakılması ve denizlerde kirlilik örneklerinde verildiği gibi çevrenizde sürdürülebilirliği kısıtlayan başka hangi durumlardan söz edilebilir? Gözlem ve deneyimlerinizden yararlanarak açıklayınız.

30. Anız yakmak ve denizlerde plastik atık sorunları ekolojik sürdürülebilirliğe nasıl etki eder?

31. Sürdürülebilirliği kısıtlayan durumlara insanların etkisi neler olabilir? Açıklayınız.

32-34. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Küresel Ayak İzi Ağı (GFN), 1960'lardan beri insanların bir yılda tükettiği ve dünyanın bir yılda ürettiği doğal kaynakların hesabını tutuyor. 1970'lere kadar doğada, insanların tükettiğinden daha fazlası üretiliyordu. Ancak artan tüketim ve israf ile birlikte durum değişti. İnsanlar 1971'den beri dünyanın bir sene içinde üretebildiğinden daha fazla doğal kaynak tüketiyor.

İnsanların bir yıl içinde o yıl dünyanın üretebileceği tüm doğal kaynakları tükettiği tarih "Limit Aşım Günü" olarak adlandırılıyor. İlk limit aşım günü 25 Aralık 1971'di. İnsanlar, o tarihte bir yıllık doğal kaynakları yılın bitiminden 6 gün önce tüketmişti. Aradan geçen zamanda limit aşım günleri, giderek daha erken tarihlere denk gelmeye başladı. Bu durumun tek istisnası ise insanların COVID-19 salgını nedeniyle evlere kapandığı 2020 yılıydı. (…)

Basit önlemlerle limit aşım günlerini ileri tarihlere ertelemek mümkündür. Doğal Hayatı Koruma Vakfının tahminlerine göre gıda israfının yarı yarıya azaltılması durumunda limit aşım günü 13 gün ötelenebilir. Yeniden ağaçlandırılacak her 45 milyon hektar orman alanı da limit aşım gününün bir gün ileri kayması anlamına geliyor. Kısa mesafelerde motorlu araç kullanmak yerine bisiklete binmek ya da yürümek de doğal kaynak tüketimini azaltmak için alınabilecek diğer basit önlemler arasındadır.

32. "Limit Aşım Günü"nün ekolojik ayak izi ile nasıl bir ilişkisi vardır?

33. Ekolojik ayak izini küçültmek için bireysel olarak ne tür önlemler alınabilir?

34. Ekolojik ayak izini küçültmek için sadece bireysel çaba göstermek yeterli olabilir mi? Neden?

35-38. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Ahmet ve ailesi endüstriyel üretim alanına yakın yaşamaktadır. Yaşadıkları bölgede plastik üretimi ve kimyasal üretim yapan fabrikaların yanı sıra ham petrolden çeşitli petrol ürünleri (benzin, gaz yağı, mazot vb.) üreten petrokimya rafinerileri de bulunmaktadır. Ahmet ve arkadaşları okul dışında kalan zamanlarının çoğunu mahallede oyun oynayarak geçirmektedir. Bu nedenle çevredeki fabrikaların bacalarından çıkan kara dumanlara sık sık tanık olmaktadırlar.

Öğretmenleri, 5 Haziran Dünya Çevre Günü etkinlikleri kapsamında öğrencilerin farkındalıklarını artırmak için öğrencilerine "Ekolojik Ayak İzini Azaltma" konulu bir araştırma ödevi vermiştir. Öğretmen, öğrencilerinden ödevlerini hazırlarken ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik özellikle yakın çevrelerini gözlemleyerek araştırma yapmalarını ve kanıta dayalı çözüm önerileri geliştirmelerini istemiştir.

Araştırma ödevini tamamlayan Ahmet çalışmasını sınıfta arkadaşlarına sunmuştur.

35. Ekolojik ayak izinin azaltılması ile ilgili araştırma yapan Ahmet'in araştırma sorusu ne olabilir?

36. Ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik araştırması sırasında Ahmet'in yakın çevresine dair gözlemleri neler olabilir?

37. Ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik Ahmet'in sunacağı çözüm önerileri neler olabilir?

38. Ekolojik ayak izinin azaltılması neden önemlidir?

39-41. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

"Yaşamın devamı, bozulmamış ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğiyle ilişkilidir. Çünkü ekosistemlerden hem doğrudan hem de dolaylı olarak karşılıksız şekilde faydalanırız. Odun, kereste, tıbbi bitkiler, yenilebilen yabani meyve ve bitkiler, gıda, hayvan yemi vb. ekosistemlerden doğrudan elde ettiğimiz ürün ve malzemelerdir. Doğal ekosistemler, insanlar ve diğer organizmaların besin olarak kullandığı bitki ve hayvan türlerine ev sahipliği yapar. (...)

Topraklarımızda dünyanın başka hiçbir yerinde bulunmayan çok sayıda bitki türü yetişir. Yine böcek, balık, kurbağa, sürüngen, kuş ve memeli türleri açısından Türkiye; komşularına göre oldukça zengin biyoçeşitliliğe sahiptir. Bunların büyük bir kısmı, çok dar alanlarda yaşadığı için dar yayılışlı türler olarak ifade edilir ve nadir bulunan, korunması gereken türlerdir. (...)

Ulusal ve uluslararası düzeyde doğanın korunmasına ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına yönelik çalışmalar yapan, dikkatleri bu alana çeken birçok kurum ve kuruluş vardır.

(…) Biyoçeşitliliğin ve ekosistemlerin insanlığa faydası, bilime katkısı veya estetik değeri bir tarafa kendine özgü değerleri vardır ve her tür var olma hakkına sahiptir. Biyoçeşitliliği ve ekosistemleri öncelikle ihtiyaçlarımızı karşılamak için değil, kendi değerlerimiz oldukları için korumalıyız."

Ders öğretmeni biyoçeşitliliğin korunmasının önemini anlatan yukarıdaki metni öğrencileriyle paylaşır. Öğrencilerinden ülkemizde doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemlerle ilgili araştırma yaparak bilgi toplamalarını ve doğruladıkları bilgilerden faydalanarak bir rapor hazırlamalarını ister. Raporda öğrencilerden doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin korunması için alınan önlemleri analiz etmelerini ve konu ile ilgili çıkarımlarını yazmalarını ister. Öğretmenin bu talebi doğrultusunda Efe doğru bilgilerden oluşan etkili bir rapor hazırlayarak raporunu sınıfta sunar.

39. Efe'nin raporuna göre ülkemizde biyoçeşitlilik neden korunmalıdır?

40. Efe'nin raporunda ülkemizde biyoçeşitliliğin korunması ile ilgili ne tür önlemler bulunur?

41. Efe, yaptığı araştırma sonucunda Türkiye'de doğal kaynaklar ve biyoçeşitliliğin korunmasına ilişkin önlemlerin hangi kurumlar tarafından alındığı bilgisine ulaşır?

42-45. soruları aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Gelişmiş ülkelerde bir kişinin günde ortalama 1 kg atık ürettiği tahmin ediliyor. Bu atıkların teneke kutular, plastik, cam, gıda artıkları, elektrikli ev aletleri vb. çeşitleri bulunuyor. Atık üretmenin yanı sıra sorumsuzca her yere çöp atılarak tarlalar, nehirler ve okyanuslar kirletiliyor. Basit bir kâğıt parçasından alüminyum kutuya kadar çeşitli atıkların doğaya atıldıktan sonra ayrışmasının ne kadar sürdüğüne dikkat çekmek isteyen bir öğrenci şekildeki gibi bir bilgi görseli hazırlıyor. Hazırladığı çalışmaya atıkların çevreye daha az zarar verecek hâle getirilmesi konusunda neler yapılabileceğine dair bilgileri de eklemek istiyor.

Besinler
1 Ay

Kâğıt karton
1-3 Ay

Tekstil ürünleri
2-3 Yıl

Araba lastikleri
30-40 Yıl

Plastik ürünler
500 Yıl

Alüminyum ürünler
500 Yıl

Cam ürünler
1000 Yıl

42. Öğrencinin hazırladığı bilgi görselinde atıkların doğada ayrışma süreleri verilmiştir. Bu atıkların çevreye daha az zarar verecek hâle getirilmesi konusunda neler yapılabilir?

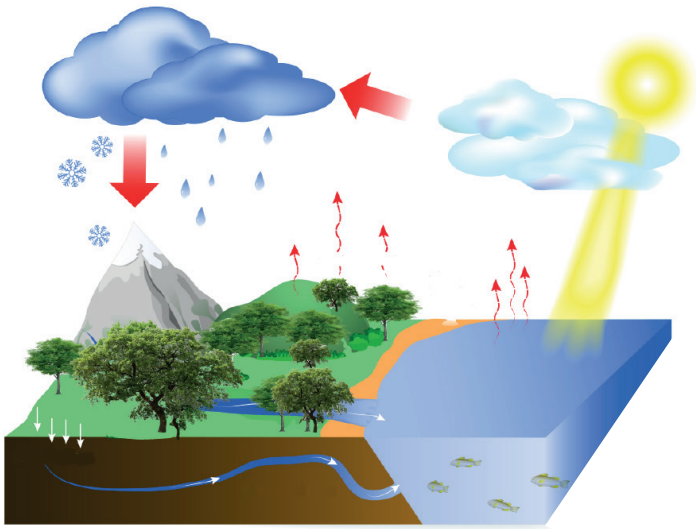
43. Atık yönetimi konusunda elde ettiği bilgileri doğrulamak isteyen öğrenci hangi kaynakları kullanmalıdır?

44. Öğrencinin çalışmasını tamamlamak için atık yönetimi konusunda bildiklerinizi yazınız.

45. Bilgi görselinde verilen atıkların ayrıştırılmadan veya geri dönüşümü yapılmadan doğaya atılmasının zararları neler olabilir?

46-47. soruları aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak cevaplayınız.

Yeryüzünün yaklaşık üçte ikisini kaplayan su, canlıların yapısında da önemli bir yere sahiptir. Su döngüsü, buharlaşma ve yoğuşma denen iki fiziksel kurala dayalı olarak gerçekleşir. Isı alarak buharlaşan su; soğuk hava akımlarıyla karşılaşınca yağmur, kar veya dolu şeklinde yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan bu yağış süzülerek yer altı sularına da karışabilir. Yeryüzünden buharlaşan suların yanı sıra bitki ve hayvanların terlemesi ve soluması da atmosferdeki su buharı miktarının artmasına neden olur.



46. Su döngüsünün işleyişini verilen model üzerinde açıklayınız.

47. Su döngüsünün ekosistem için önemini açıklayınız.

48-49. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Bir ekosistemdeki bitkiler, güneş enerjisini fotosentez olayı ile kimyasal enerjiye dönüştürerek bu enerjiyi organik bileşiklerin yapısında depolar. Bu enerjinin bir kısmı kendi metabolik işlevlerini yerine getirmek için bitkiler tarafından, diğer bir kısmı da bu bitkileri besin olarak tüketen otçulların (birincil tüketici) yapısına girerek kullanılır. Otçul canlılar bu enerjinin bir bölümünü kendi yaşamsal faaliyetleri için kullanır. Ancak enerjinin bir kısmı, otçulları besin olarak tüketen etçillere (ikincil tüketici) geçer. Bu şekilde güneşten başlayarak sırasıyla üreticiler, otçullar en sonunda etçillere doğru sürekli bir enerji akışı gerçekleşir. Enerji akışı ekosistemlerde tek yönlüdür.

48. Farklı canlı türlerinden oluşan bir besin piramidi çizerek enerji akışını açıklayınız.

49. Ekosistemdeki enerji akışında yer alan canlıların görevlerini açıklayınız.

50-55. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Süksesyon, bir ekosistemdeki türlerin zamanla birbirini takip eden bir sırayla değişmesi sürecidir. Bu süreç, çevresel etkenler tarafından başlatılır ve uzun yıllar sürebilir. Süksesyon, ekosistemlerdeki dengeyi sağlamada önemli bir rol oynar. Doğal afetler, volkanik patlamalar, orman yangınları, sel, toprak kaymaları gibi büyük çevresel bozulmalar sonrası ekosistemler tekrar dengelenmek için süksesyon sürecine girer. Süksesyon sürecinin başında, çevreye uyum sağlayabilen dayanıklı türler ortaya çıkar. Örneğin taşlık ve kayalık alanlarda likenler ve yosunlar gibi dayanıklı türler yerleşir ve çevreyi değiştirecek şekilde büyür. Zamanla bu türlerin yerini daha karmaşık yapılar ve organizmalar alır. Bu değişim, ekosistemdeki enerji ve madde döngülerinin yeniden düzenlenmesine olanak tanır ve sonunda ekosistem, daha dengeli bir duruma ulaşır.

50. Süksesyon nedir? Süksesyonun ekosistemlerdeki rolünü açıklayınız.

51. Doğal afetler süksesyon sürecini nasıl başlatır? Açıklayınız.

52. Süksesyonun başlangıç aşamasında yer alan türler hangileridir? Bu türlerin ekosistem üzerindeki rolünü açıklayınız.

53. Süksesyon süreci sonunda ekosistemde nasıl bir denge sağlanır?

54. Komünitelerde süksesyon süreciyle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Sadece orman yangınları sonrasında gerçekleşir.
B) Çevresel değişimlerin ardından türlerin rastgele yer değiştirmesiyle başlar.
C) Sadece ikincil değişimlerde gözlemlenir.
D) Yalnızca büyük ağaçların yerleşmesiyle tamamlanır.
E) Çevresel etkenlerle tetiklenen bir dizi değişim sürecidir.

55. Aşağıdakilerden hangisi süksesyon süreci ile ilgili doğru bir açıklamadır?

A) Süksesyon süreci yalnızca doğal afetlerle başlar.
B) Türler sadece bir kez değişir ve süreç bu değişimle tamamlanır.
C) Çevresel değişimlere uyum sağlayan türlerle başlar ve zamanla ekosistemin yapısını değiştirir.
D) Sürecin başında sadece bitki türleri değişir, hayvanlar bu süreçten etkilenmez.
E) Süreç her zaman yıllarca sürer ve her zaman aynı türlerin sıralı değişimini içerir.

56-59. soruları aşağıda verilen metinden yararlanarak cevaplayınız.

Tür İçi ve Türler Arası Etkileşimler

Ekosistemlerde canlılar, hem kendi türlerinin bireyleriyle hem de başka türlerle sürekli etkileşim hâlindedir. Aynı türün bireyleri arasındaki ilişkiler tür içi etkileşimler olarak adlandırılır ve bu ilişkiler besin, alan, eş bulma gibi kaynaklar için rekabete neden olabilir. Bu rekabet, bazen popülasyonun büyümesini sınırlar. Türler arası etkileşimler ise farklı türler arasında gerçekleşir ve mutualizm, parazitizm, kommensalizm, rekabet, av-avcı ilişkileri gibi çeşitli şekillerde görülür. Örneğin arılar ile çiçekler arasında karşılıklı fayda esasına dayanan mutualist bir ilişki vardır: Arılar nektar toplarken çiçeklerin tozlaşmasını sağlar. Buna karşılık bir keneyle onu taşıyan memeli arasında parazitik bir ilişki gelişebilir, kene fayda sağlarken memeli zarar görür. Bu etkileşimler ekosistemin dengesini ve canlıların doğal seçilimle şekillenen yönelimlerini belirler.

56. Tür içi ve türler arası etkileşimlerin popülasyonlar ve ekosistem üzerindeki etkilerini karşılaştırarak açıklayınız.

57. Mutualizm ve parazitizm arasındaki farklar nelerdir? Her iki etkileşim türünün canlılar üzerindeki etkilerini örneklerle açıklayınız.

58. Aşağıdakilerden hangisi tür içi etkileşimlerin ekosistem düzeyinde doğurabileceği bir sonuç **değildir?**

A) Kaynak rekabeti nedeniyle bazı bireylerin ortamı terk etmesi
B) Zayıf bireylerin elenerek popülasyonda adaptasyonun artması
C) Bireylerin farklı alanları tercih etmeye başlaması
D) Farklı türler arasında mutualist ilişkilerin gelişmesi
E) Besin paylaşımı nedeniyle bireylerin davranışlarını değiştirmesi

59. Aşağıdakilerden hangisi parazitizmin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkabilir?

A) Konak türde yaşam süresinin uzaması
B) Parazitin konağa bağımlılığının zamanla azalması
C) Konak bireyde hastalık ve zayıflığın artması
D) Her iki türün de büyüme hızının artması
E) Ortamdaki besin miktarının artması

Daha fazla ölçme ve değerlendirme sorusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.

Sözlük

A-B-C-Ç-D

abiyotik: Çevredeki su ve toprak gibi cansız maddeler.

adaptasyon: Canlıların çevre koşullarına uyumu.

alg: Su yosunu.

arke: Tek hücreli organizmadan oluşan mikroskobik canlıların bir grubu.

azı dişi: Besini öğütmeye yarayacak bir şekil almış olan diş.

bikarbonat: Hidrojen karbonatların genel adı.

biyokütle: Belirli bir zamanda, sınırları belirli bir ortamda bulunan canlı organizmaların toplam kütlesi.

biyotik: Canlılığa ait.

börkenek: Geviş getiren hayvanların dört gözlü midelerinin besinin dinlenme zamanı saklandığı ikinci gözü; retikulum.

E-F-G

ekosistem: Belli bir alandaki canlı birliklerin ve cansız varlıkların hepsinin birden oluşturduğu sistem.

endemik: Bir bölgeye özgü, yerli olan.

epidemiyoloji: Bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkışının incelenmesi.

epitel: Tek veya çok hücreden oluşan, vücudun bütün dış ve iç yüzeylerini kaplayan doku; epitelyum.

fermantasyon: Şekerlerin ya da diğer organik yakıtların oksijen kullanmaksızın kısmen yıkıldığı katabolik süreç; mayalanma.

fetüs: Döl yatağı içinde bulunan embriyoya yaklaşık yedi hafta sonra verilen isim.

fosil yakıt: Çürümüş hayvan ve bitki kalıntılarından uzun zaman sürecinde oluşmuş petrol, kömür vb. yakıtlar.

fotokapan: Genellikle ormanlık alanlara, dağlık bölgelere veya sulak alanların yakınlarına yerleştirilen; yaban hayatı gözlemlemek ve türlerin gelişimini kayıt altına almak amacıyla kullanılan; hareket sensörü veya kızılötesi sensör ile donatılarak otomatik görüntü yakalama esasına göre çalışan düzenek.

fotootrof: Işık enerjisini kullanarak kendi besinini üreten canlılar.

güneş paneli: Üzerinde güneş enerjisini soğurmaya yarayan, birçok güneş hücresi bulunduran enerji kaynağı.

H-I-İ-J

habitat: Bir canlı türünü ya da canlı birliklerini barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı.

heterotrof: Kendi organik besinini üretemediği için bu besinleri dışarıdan almak zorunda olan canlılar.

humus: Toprak üzerindeki ve içindeki organik atıkların ayrışması sonucu oluşan koyu renkte organik toprak.

iklim: Yeryüzünün herhangi bir yerinde atmosferdeki hava olaylarının ortaklaşa gerçekleştirdikleri etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumu.

iletim demeti: Bitkilerde organik ve inorganik besin maddelerinin iletiminin yapıldığı odun ve soymuk borularından oluşan yapılar.

inorganik fosfat: Serbest hâlde bulunan fosfat.

istilacı tür: Bir tür, alt tür veya alt taksonun (varyete, ırk vb.) ve bunlara ait bir bölümün, gametin, tohumun, yumurtasının vb. parçasının insan etkisiyle geçmişteki veya günümüzdeki doğal dağılım alanının dışında hayatta kalıp, üreyerek ve çoğalarak biyolojik çeşitliliğe zarar veren türler.

işkembe: Geviş getiren hayvanların dört gözlü olan midelerinin besinin sonradan çiğnenip sindirilmek üzere saklandığı ilk gözü.

K-L-M-N

katarakt: Göz merceğinin saydamlığını yitirerek ağarmasından ileri gelen ve görmeyi engelleyen rahatsızlık.

kımız: Kısrak sütünün fermente edilmesiyle elde edilen geleneksel içecek.

kırkbayır: Geviş getiren memelilerin dört gözlü olan midelerinin üçüncü gözü.

klorofil: Fotosentez olayında güneş enerjisini kimyasal enerjiye çeviren yeşil pigment maddesi.

kloroflorokarbon (CFC): Klor, flor ve karbon atomlarından oluşmuş organik bileşik.

kloroplast: Yeşil renkli klorofil pigmentini taşıyan organel.

kör bağırsak: Kalın bağırsağın ince bağırsakla birleştiği yerde bulunan çıkıntı bölümü.

kursak: Kuşlarda besin depo edilen, boğazın kese şeklindeki genişlemiş bölgesi.

lagün: Açık denizden bir kum setiyle ayrılan veya kıyı dilinin gelişmesiyle göl biçimini alan sığ koy veya körfez; deniz kulağı.

lenf: Omurgalı hayvanların lenf sisteminde dolaşan renksiz sıvı, ak kan.

liken: Mantar ve alglerin morfolojik ve fizyolojik bir bütün hâlinde meydana getirdikleri simbiyotik organizmalar.

mikoriza: Belirli mantarlar ile bitki kökleri arasındaki ortak yaşam.

mikrokozmos: Evrenin küçük bir modeli.

mitokondri: Ökaryot hücrelerde bulunan ve oksijenli solunum ile enerji (ATP) üreten organel.

monosakkarit: Genel formülü CH_2O olan en basit şeker molekülü.

mukus: Solunum yolları ve sindirim organlarının hücreleri tarafından salgılanan madde.

O-Ö-P-R

omnivor: Hem bitki hem de hayvansal besinlerle beslenen canlılar.

organik: 1. Doğal yollarla elde edilen. 2. Yapay madde içermeyen. 3. Canlı tarafından sentezlenen.

ototrof: Işık enerjisi veya kimyasal enerji kullanarak inorganik maddelerden kendi organik besinini üretebilen canlılar.

pestisit: Zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak ya da zararlarını azaltmak için kullanılan kimyasal madde.

pigment: Bitki ve hayvanlarda ışığın soğurulmasında kullanılan moleküller.

probiyotik: Sindirim kanalındaki mikrofloranın ekolojik dengesini sağlamak üzere besinlerle (yoğurt vb.) birlikte alınan veya ayrı olarak hazırlanan formülasyonlar biçiminde verilen, mukozal ve sistemik bağışıklığı düzenleyerek konakçının sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunan *Lactobacillus* ya da *Bifidobacteria* gibi canlı mikroorganizmaları içeren biyolojik ürün.

radyoizotop: Doğal bir elementin radyoaktif izotopu.

S-Ş

sanitasyon: Halk sağlığını korumak ve hastalıkları önlemek için tasarlanan önlemler ve bunların uygulanması.

saprotrof bakteri: Ölmüş ya da çürümekte olan hayvanların ve bitkilerin içerdiği organik maddelerle beslenen bakteriler.

selüloz: Glikoz moleküllerinin birbirine bağlanmasıyla meydana gelen ve bitkilerde hücre duvarının yapısında bulunan bir yapısal polisakkarit.

sit: Tarih öncesinden günümüze kadar değişik çağların ve uygarlıkların kültür değerlerini temsil eden eser veya kalıntı.

siyanobakteri: Enerjilerini fotosentez yoluyla elde eden bir bakteri.

soğurmak: Bir madde veya sıvıyı emmek, içine çekmek, içine almak, yutmak; absorbe.

stratosfer: Yer atmosferinin 10-60 kilometre yükseklikleri arasında kalan katmanı.

şirden: Geviş getiren hayvanlarda çiğnenmiş besinin bir kez daha mide sularıyla sindirildiği, dört bölümlü midenin dördüncü bölümü.

T-U-Ü-V-Y-Z

takson: Belli bir kategori içine sokulabilecek ve ad bakımından ayrı olmaya hak kazanmaya yetecek kadar farklı olan taksonomik kategori.

taşlık: Kuş vb. hayvanların sindirim kanalları üzerinde bulunan kaslı, öğütücü mide.

teraryum: Böcekler, sürüngenler ve bazı bitki türlerinin yaşadıkları doğal alanların taklidi olan akvaryum benzeri yapay yaşam alanları.

toksik: Zehirli, zarar veren.

toksin: Ağız yoluyla alındığında veya herhangi bir yolla emildiğinde biyolojik sistemlerde hasar veya ölüme yol açan maddeler.

tür: Ortak atadan gelen, kendi aralarında üreyebilen ve verimli döller oluşturan canlı topluluğu.

üretici canlı: Işık enerjisini veya kimyasal bağ enerjisini kullanarak inorganik maddelerden kendi besinini üreten canlı; ototrof.

vejetasyon: Belirli bir coğrafi bölge üzerinde benzer iklim, toprak ve diğer çevresel faktörlere sahip bitkilerin bir araya gelerek oluşturduğu bitki örtüsü.

villus: Besinlerin emilimini sağlayan, ince bağırsak epitelinde oluşmuş parmaksı çıkıntılar.

yoğuşma: Atmosferdeki su buharının gaz hâlden sıvı ya da katı hâle geçmesi.

Kaynakça

Afyon, A., Kaya, M. A., Yağız, D. (2011). Genel Biyoloji (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Akman, Y., Güney, K. (2011). Bitki Biyolojisi Botanik. Ankara: Palme Yayıncılık.

BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1989). Ortak Geleceğimiz. Ankara: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları.

Bozcuk, S. (2000). Bitki Fizyolojisi. Ankara: Hatiboğlu Basım ve Yayım Sanayii. Ankara: Hatiboğlu Yayıncılık.

Bozcuk, S. (2004). Genel Botanik (5. Baskı). Ankara: Hatipoğlu Basın Yayın.

Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2016). Raven bitki biyolojisi (İ. Türkan, Çev. Ed.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Graham, L.E., Graham, J.M. ve Wilcox, L.W. (2004). Bitki Biyolojisi (Çeviri Editörü Işık, K.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Hall, J. E. (2013). Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji (12. Baskı). (Çeviri Editörleri: Yeğen, B., Alican, İ., Solakoğlu, Z.). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Hickman, C., Roberts, L., Keen, S. ve Eisenhour, D. (2016). Zoolojinin Temel Prensipleri (16. Baskı Çeviri Editörü Gündüz, E.). Ankara: Palme Yayınevi.

Karol, S., Ayvalı, C., Suludere, Z. (2010). Biyoloji Terimleri Sözlüğü (5. Baskı). Ankara: TDK.

Kocataş, A. (2012). Çevre Biyolojisi Ekoloji (12. Baskı). Bursa: Dora Yayıncılık.

Madigan, M. T., Martinko, J. M. (2010). Mikroorganizmaların Biyolojisi. Çökmüş, C. (Çeviri Editörü: Brock). Ankara: Palme Yayıncılık.

Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı (9, 10, 11, 12. Sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. (2024). Ankara: MEB Yayıncılık.

Millî Eğitim Bakanlığı. Talim ve Terbiye Kurulu (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni. Ankara.

Nelson, D. L., Cox, M. M., (2005). Lehninger Biyokimyanın İlkeleri (3. Baskı). (Çeviri Editörü: Kılıç, N.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Odum, E. P., Barret, G. W. (2008). Ekolojinin Temel İlkeleri (5. Baskı). (Çeviri Editörü: Işık, K.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Sadava, D., Hıllıs, D. M., Heller, C. H., Berenbaum, M. R. (2014). Yaşam Biyoloji Bilimi (9. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Simon, E.J., Dickey, J.L., Hogan, K.A. ve Reece, J.B. (2017). Campbell Temel Biyoloji (Fizyoloji İlaveli) (5. Baskı Baskı Çeviri Editörleri Gündüz, E. ve Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Türkçe Sözlük. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., ve Orr, R. B. (2022). Campbell Biyoloji. (12. Baskı). (E. Gündüz, & İ. Türkan, Çeviri Editörleri:) Palme Yayıncılık.

Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Kaynakça APA 6 formatına göre yazılmıştır.

1 ve 2. tema ölçme ve değerlendirme sorularının cevap anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

Görsel kaynakçaya, genel ağ ve e-içerik kaynakçalarına ulaşmak için karekodu okutunuz.

TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE
KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI
BAŞKENT
Ankara
İL MERKEZİ
Elâzığ
GÖL
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
0 50 100 200 300 400 km
Harita Genel Müdürlüğü tarafından üretilmiştir.
KARA DENİZ
AKDENİZ
EGE DENİZİ
MARMARA DENİZİ
HAZAR DENİZİ
ROMANYA
BULGARİSTAN
YUNANİSTAN
UKRAYNA
RUSYA FEDERASYONU
GÜRCİSTAN
ERMENİSTAN
AZERBAYCAN
İRAN
IRAK
SURİYE
LİBYA
MISIR
İSRAİL
FİLİSTİN Batı Şeria
FİLİSTİN Gazze Şeridi
LÜBNAN
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
ACARA Ö.C.
NAHÇIVAN Ö.C. (AZERBAYCAN)
Bükreş
Sofya
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
İstanbul
Kocaeli
Yalova
Sakarya
Düzce
Bolu
Bartın
Zonguldak
Karabük
Kastamonu
Sinop
Samsun
Amasya
Çorum
Tokat
Ordu
Giresun
Trabzon
Rize
Artvin
Ardahan
Kars
Erivan
Tiflis
Gümüşhane
Bayburt
Erzurum
Ağrı
Iğdır
Erzincan
Tunceli
Bingöl
Muş
Van
Bitlis
Siirt
Batman
Şırnak
Hakkâri
Mardin
Diyarbakır
Elâzığ
Malatya
Adıyaman
Şanlıurfa
Gaziantep
Kilis
Osmaniye
Adana
Kahramanmaraş
Hatay
Mersin
Karaman
Konya
Niğde
Aksaray
Nevşehir
Kayseri
Kırşehir
Yozgat
Sivas
Ankara
Çankırı
Kırıkkale
Eskişehir
Bilecik
Bursa
Çanakkale
Balıkesir
Kütahya
Afyonkarahisar
Uşak
Manisa
İzmir
Aydın
Denizli
Isparta
Burdur
Antalya
Muğla
Atina
Gökçeada
Bozcaada
Lefkoşa
Erenköy
Beyrut
Şam
Bağdat
Tel Aviv
Doğu Kudüs
Tuna N.
Kura N.
Aras N.
Dicle N.
Fırat N.
Ceyhan N.
Seyhan N.
Göksu N.
Sakarya N.
Kızılırmak N.
Yeşilırmak N.
Çoruh N.
Ara N.
Van Gölü
Tuz Gölü
Urumiye Gölü
Süveyş K.
Nil N.
25°D
30°D
35°D
40°D
45°D
50°D
40°K
35°K

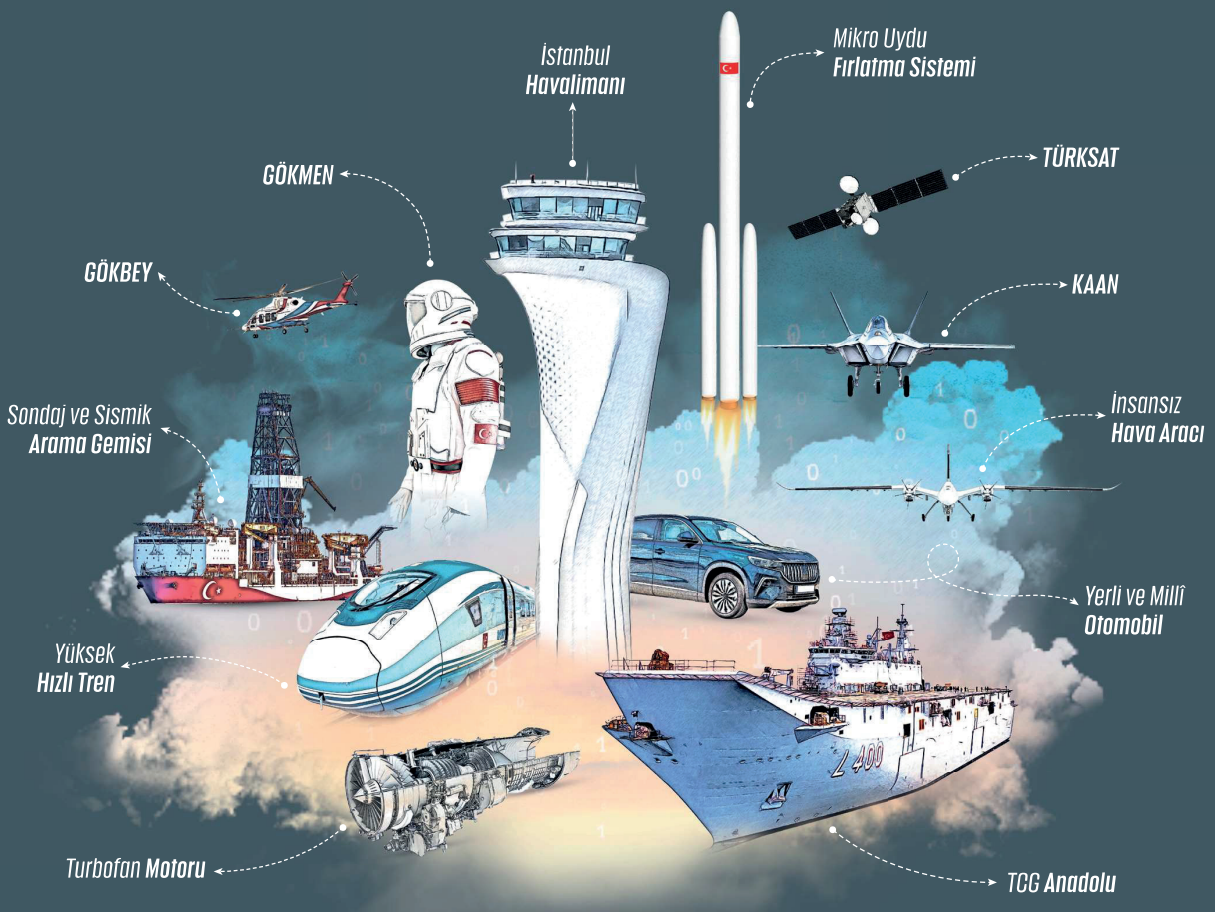
TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1.000 1.500 2.000 km
TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞISTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE İSV
KARADAĞ KRD
KOSOVA KSV
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SRB
TÜRKİYE
KAZAKİSTAN
RUSYA FEDERASYONU
ÖZBEKİSTAN
TÜRKMENİSTAN
KIRGIZİSTAN
TACİKİSTAN
AFGANİSTAN
PAKİSTAN
İRAN
İRAK
SURİYE
MOĞOLİSTAN
ÇİN HALK CUMHURİYETİ
HİNDİSTAN
SAHA (YAKUT) C.
TUVA C.
SİNCAN UYGUR ÖZERK BÖLGESİ
Akdeniz
Karadeniz
Hazar Denizi
Kara Denizi
Barents Denizi
Norveç Denizi
Ohotsk Denizi
Bering Denizi
Umman Denizi
Yemen Denizi

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.